



DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Especialización, Maestría y Doctorado en Diseño

TEORÍA DE UMBRALES Y REDES DE INFRESTRUCTURA BÁSICA COMO BASE ESTRATÉGICA PARA EL DESARROLLO URBANO

Luis Gonzaga Montiel Ortiz

Tesis para optar por el grado de Maestro en Diseño
Línea de Investigación: Estudios Urbanos

Miembros del Jurado:

Dr. Elías Antonio Huamán Herrera
Director de la tesis

Dr. Oscar Terrazas Revilla
Mtro. Jorge Ortiz Segura y Bustos
Dr. José Antonio Rueda Gaona
Dr. Saúl Díaz Godínez

México D.F.
Mayo 2006

Dedicatoria.

Dedico este trabajo a mi esposa Rosario Elena quien me acompañó a lo largo de mi formación en la especialidad y maestría; con su amor, tiempo y sus oraciones. Particularmente durante la realización de la tesis me sentí apoyado por sus buenos deseos.

Agradecimiento.

Doy gracias a cada uno los profesores del Departamento de Evaluación de la UAM-AZC, por su asesoramiento científico, su apoyo y motivación en la realización de la presente investigación. Gracias nuevamente; Dr. Elías Huaman, Dr. Oscar Terrazas, Mtro. Jorge Ortiz, Mtro. Jorge Martínez.

Mi agradecimiento también va dirigido al Dr. José Antonio Rueda por la revisión realizada al documento y el apoyo por su asesoramiento científico. De igual forma, doy gracias al Dr. Saúl Díaz por el apoyo y tiempo otorgado para la realización de mi formación en la maestría y la culminación de esta tesis. Dennise Nava, mi más sincero agradecimiento por el apoyo en la revisión ortográfica de mi tesis.

Hoy mejor que ayer, mañana mejor que hoy.
Ing. Juan López Díaz.

Resumen.

Durante las tres últimas décadas el desarrollo urbano observado en el corredor urbano Tlaxcala-Santa Ana Chiautempan-Zacatelco ha crecido aceleradamente. Sin embargo este crecimiento ha enfrentado un sin fin de barreras naturales, económicas, políticas y sociales que han frenado el crecimiento de la urbe e incluso hasta predeterminando su patrón de dirección.

Estos obstáculos físicos, naturales particularmente, afectan los servicios básicos que ofrece cualquier desarrollo urbano consolidado y planeado como son la dotación de agua potable, alcantarillado y energía eléctrica; retardando ó impidiendo su ampliación a las áreas lo cual da pauta a la desarticulación de las redes básicas de infraestructura.

No obstante esta variable se pueden afrontar siempre y cuando se realice un estudio sobre el crecimiento urbano, y es aquí donde este trabajo en base a la teoría de umbrales apoya el estudio haciendo factible en predeterminar y clasificar aquellas barreras físicas naturales. Clasificándolas en umbrales de grado, escalonados y tecnológicos en donde el propósito final será el superarlos y suponer el tipo de inversión para su ejecución, además de las probables áreas desarrollo urbano a futuro.

Por otro lado, dentro de la zona de estudio se detectó una barrera más; los ejes carreteros (corredor urbano vial), los cuales podemos interpretar como umbrales catalogados como estructurales dentro de la teoría del mismo nombre.

Finalmente estas barreras físicas naturales y estructurales sirven como variables que ayudan a poner a prueba la teoría de umbrales, y obtener como resultado las posibles zonas que pueden recibir nuevos asentamientos humanos hacia la década 2010-2020; conociendo además el tipo de inversión que se requerirá para consolidarse.

Todo ello contribuiría a coadyuvar apoyando la decisión de interés público municipal y estatal, en cuanto a la programación del desarrollo urbano y todos sus pormenores reglamentarios y fiscales. Logrando así maximizar los recursos municipales escasos, y regular la sustentable extensión del entramado urbano.

Introducción.

Como arquitecto mi formación me ha influido de tal forma que, me apasiona el estudio del espacio apropiado por los seres humanos. Sin embargo, me he cuestionado ¿cómo y desde dónde estudiarlo? Estas preguntas me llevaron a la búsqueda de una línea académica que reforzará mi inquietud, encontrándola en el posgrado de estudios urbanos impartido por la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, en donde adquiriré nuevas estrategias metodológicas para comprender este proceso.

En el transcurso de la Especialidad en Estudios Urbanos en el año del 2004 desarrollamos un primer proyecto urbano coordinado por Oscar Terrazas; sobre el metrobus en donde se buscaba la mejor zona para ubicar la estación de San Ángel, mismo que cubriera aspectos de transporte público suburbano proveniente de San Ángel Chimalistac, Copilco el Bajo. El espacio está ubicado en una gran área que funciona provisionalmente como paradero de transporte público, encontrando además el comercio informal en la zona. Estas variables fueron integradas en la realización del proyecto la estación San Ángel.

Más adelante, durante la Maestría tuve la oportunidad de ser invitado a participar en un proyecto de investigación sobre el ordenamiento territorial y ambiental en el corredor urbano Tlaxcala - Santa Ana Chiautempan – Zacatelco, financiado por el Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología (CONACYT) y el Gobierno del Estado de Tlaxcala. El proyecto fue licitado para que las Universidades fueran invitadas y así se sumaran a la investigación. Este fue ganado por la UAM Azcapotzalco y el Postgrado en Diseño, en su línea de Estudios Urbanos, liderado por Oscar Terrazas, vinculando tanto a profesores del Área de Estudios Urbanos como alumnos de la Maestría; consolidando así, un equipo interdisciplinario. Para el desarrollo de la investigación que contó con cuatro fases: Análisis preliminar de la región, Diagnóstico pronóstico, Propuesta para un proyecto urbano y Reporte final.

Como diseñador urbano me permitió poner en práctica estrategias metodológicas para la investigación de redes de infraestructura básica. Así el enfrentarme a este ejercicio, me ha permitido obtener una enriquecedora experiencia teórico-práctica.

El primer acercamiento consistió en la recopilación de información bibliográfica y de campo proporcionada por Organismos y Secretarías del Estado de Tlaxcala. La localización y delimitación política de los municipios se obtuvo a través del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y la Secretaría de Obras Públicas Desarrollo Urbano y Vivienda (SECODUVI).

La información demográfica fue obtenida en el Consejo Nacional de Población (CONAPO) sobre proyecciones de población para el año 2010 y 2020. En cuanto a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) me proporcionó información de las subestaciones que alimentan las áreas del corredor urbano.

Los datos gráficos así como las fotos aéreas del área en investigación fueron proporcionados por el Departamento de Desarrollo Urbano de Tlaxcala que dio la oportunidad de comparar el desarrollo urbano actual con los datos obtenidos por parte de INEGI. Así mismo proporcionaron el Plan de Ordenamiento Territorial (PEOT) en donde se obtuvo información histórica del desarrollo de las redes de infraestructura de agua potable, alcantarillado y energía eléctrica desde el año 1970 al 2000.

El Departamento de Agua y Saneamiento del Estado de Tlaxcala proporcionó información gráfica y estadística sobre la distribución y tendido de las redes principales de agua potable y drenaje de algunos de los municipios en estudio, ya que no se cuenta en la actualidad con información tangible sobre todos los municipios.

Con la visita a campo en la zona en investigación se obtuvieron imágenes fotográficas que muestran la situación actual de operación de las redes básicas de infraestructura. Esta información permitió la realización de un primer diagnóstico de la zona.

El Estado de Tlaxcala se ubica en la porción central del altiplano de la República, colindando al norte con los estados de Hidalgo y Puebla; al este y sur con el Estado de Puebla; al oeste con los Estados de Puebla, México e Hidalgo. La ciudad de Tlaxcala está asentada en una zona con grandes pendientes. Es el Estado de la Federación con menor superficie ya que su extensión territorial es de 4 060.93 kilómetros cuadrados, lo que representa el 0.2 por ciento del territorio nacional. Su altitud media es de 2 230 metros sobre el nivel del mar, lo cual contribuye con su clima templado-subhúmedo, semifrío-subhúmedo y frío preponderantemente (PEOT, 2005).

Hasta la fecha, debido al desarrollo económico de la región y por las características naturales antes mencionadas, el sur del Estado cuenta con un sector industrial predominante. Además se identifica un sector económico agropecuario sobre grandes extensiones de tierra dedicadas al cultivo que es de vital importancia contemplar para la optimización, la organización, las eficientes conexiones y sobretodo la buena planeación de estos recursos; en la calidad de vida de estas localidades en el futuro.

La zona sur del Estado de Tlaxcala cuenta con un sector importante de parques industriales. Sin embargo, tres de estos se sitúan específicamente en el corredor en mención, los cuales son: el parque industrial Malinche, Panzacola y el parque industrial Xixoloxtlá, mismos que generan una gran fuente de empleo para los habitantes del Estado de Tlaxcala.

Durante las tres últimas décadas Tlaxcala ha sufrido una constante evolución urbana en cuanto a equipamiento, infraestructura básica y vialidades, ocasionada por la explosión demográfica. Estos cambios son producto de la transición que tiene cualquier asentamiento humano cuando está en un proceso rural-urbano. Este mismo escenario lo vivieron las ciudades europeas industriales en el siglo XIX, con sus terribles problemas sanitarios y de vivienda, lo que obligó a desarrollar y diseñar una nueva traza urbana (Cerdá, 1979). Esta situación la viven actualmente las zonas urbanas que delimitan el corredor urbano en mención, por lo que se buscan respuestas.

Con el paso de los años el hombre ha diseñado y planeado hacia el futuro redes de infraestructura básica, en donde cada una pueda abastecer sin problema el crecimiento industrial, residencial y agropecuario; basándose en distintas herramientas de planificación.

La actual traza urbana del corredor en mención contempla espacio para el ingreso de redes de infraestructura básica que demandan en las zonas de Tlaxcala, Zacatelco y Chiautempan (agua potable, drenaje, energía eléctrica). Estas redes se ven afectadas al no contemplar los espacios y tendidos que requieren, al no ser diseñadas ni rediseñadas de acuerdo con cambios o demandas posteriores.

Se puede observar a lo largo del corredor urbano usos de suelo mixtos, lo que supone que las viviendas son multifuncionales (como comercio, hogar y al mismo tiempo son parte de las áreas de cultivo). Este fenómeno ha detonado una gran cantidad de variables. Una de ellas es obtener de cualquier forma, los servicios públicos básicos como agua potable, drenaje y energía eléctrica para poder operar no importando su desarticulación de éstas. Para ello, el Estado debe contar con una estrategia para poder abastecer las principales infraestructuras y servicios, que toda urbanización consolidada demande. Es decir, tomar en cuenta todos aquellos desarrollos que se establezcan en el Estado como zonas comerciales, habitacionales o parques industriales los cuales se deben abastecer sin llegar a sobresaturar las redes básicas de infraestructura.

Ante tal crecimiento urbano detectado en la investigación, reflexioné sobre la situación que enfrentaría al intentar una nueva planificación urbana mediante las redes básicas de infraestructura, en donde fue necesario preguntarme ¿Qué metodología utilizar para abordar el tema de planificación urbana a través de las redes básicas de infraestructura? Y ¿Cómo abordar un tema regional sobre la demanda de los servicios públicos básicos?. Estas y otras preguntas me llevaron a investigar sobre la metodología a implementar. La primera fuente me la proporcionó Oscar Terrazas al

hacerme la recomendación de utilizar la “teoría de umbrales” como herramienta metodológica. Dicha teoría fue aplicada para resolver este tipo de planeación urbana con base en las redes de infraestructura básica para ciudades medianas.

Con base en que el área de investigación cubría los aspectos físicos naturales que determina la teoría de umbrales que propone que el ordenamiento de la ciudad se enfrenta a barreras físicas naturales y estructurales las cuales tendrán que ser sufragadas para el crecimiento urbano, barreras que son clasificadas en: umbrales de grado, escalonados, estructurales y tecnológicos, fue aplicada a tres de los municipios con mayor densidad poblacional del corredor urbano en mención: Tlaxcala, Chiautempan y Zacatelco.

La metodología de la teoría de umbrales propone una prognosis, es decir plantear un escenario a futuro, donde decidí la década del 2020; esto es por tener al menos 15 años, los cuales deduzco empíricamente que serán los más importantes en el desarrollo urbano del corredor. Defino así, el análisis central de la investigación, determinando tanto la probable dirección de desarrollo urbano, como la capacidad de habitantes que podrán asentarse en una zona, sin requerir de costos extraordinarios para obtener los servicios públicos. Determinando además, la cantidad aproximada y el tipo de inversión que se requerirá para cada caso durante los años del 2010 al 2020 de cada una de las localidades.

Tomando en cuenta este escenario fue necesario, acotar y orientar el tema bajo un objetivo general, que me permitiera exponer información escrita y gráfica sobre las posibles áreas que pudieran recibir asentamientos humanos en el futuro, básicamente en los tres municipios de estudio, Tlaxcala, Chiautempan y Zacatelco, en los cuales hasta el momento, se ha detectado un acelerado crecimiento urbano.

Finalmente, con los resultados de la investigación, se intenta comprobar que el soporte metodológico de la teoría de umbrales puede ser una herramienta de planeación urbana

ante situaciones particulares, en ciudades pequeñas y medianas que no rebasan el millón de habitantes (García, Julio, 1993: 45).

La aportación de la investigación al diseño, es la obtención de planos regionales que contemplan las probables zonas donde se podrán recibir a nuevos asentamientos humanos, cuyos desarrollos se orientarán por etapas. Esto quiere decir que se podrá controlar el uso de suelo en las siguientes décadas 2010-2020, gestionando de esta manera el desarrollo urbano de la zona. Además servirá como apoyo para el plan de desarrollo urbano de Tlaxcala, brindando a las administraciones locales y estatales el sustento adecuado en la toma de decisiones para enfatizar el desarrollo urbano en la zona y así contribuir en la evolución del urbanismo sustentable.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1. TEORÍA DE UMBRALES.	
1.1 Antecedentes	7
1.1.2 Teoría de umbrales	8
Umbral de grado	11
Umbral escalonado	12
Umbral tecnológico	13
1.1.3 Objeto de estudio de la teoría de umbrales	14
1.1.4 Metodología básica de la teoría de umbrales	17
Metodología.	
1.2.1 Aplicación de la metodología de la teoría de umbrales en el caso del corredor urbano Tlaxcala-Santa Ana Chiutempán-Zacatelco	19
1.2.2 Objetivos	20
1.2.3 Hipótesis	21
1.2.4 Preguntas de investigación	22
1.2.5 Especificación del horizonte de análisis	23
Umbrales en el estudio de la infraestructura urbana	
1.3.1 Delimitación del área	25
1.3.2 Sistema de enlace	26
1.3.3 Factores causales de umbrales	27
1.3.4 Contexto de la zona de estudio	33
 CAPITULO 2. UMBRALES Y DIAGNÓSTICO DE LAS REDES DE INFRAESTRUCTURA BÁSICA EN LAS DÉCADAS DE 1970 A 2000 EN EL ÁREA DEL CORREDOR URBANO	
El agua.	
2.1.1 Cobertura de la red de agua potable en 1970	35
2.1.2 Cobertura de la red de agua potable en el 2000	41
2.1.3 Localización de pozos de agua potable en el área de estudio	44
2.1.4 Cuenca hidrológica Alto Atoyac-Zahuapan	46
Drenaje.	
2.2.1 Cobertura de la red de drenaje en 1970	48
2.2.2 Cobertura de la red de drenaje en el 2000	50
Energía eléctrica.	
2.3.1 Cobertura de la red de energía eléctrica en 1970	57
2.3.2 Cobertura de la red de energía eléctrica en el 2000	58

CAPITULO 3. NORMATIVIDAD EN EL SANEAMIENTO CONSUMO Y ABASTECIMIENTO DE LAS REDES DE INFRAESTRUCTURA BÁSICA.

Redes.

3.1.1 Las normas como parámetro en el diseño técnico de las redes básicas	64
---	----

Normas.

3.2.1 Norma oficial mexicana de agua para usos y consumo humano	66
3.2.2 Norma de consumo nacional por familia	68
3.2.3 Norma de dotación de agua por persona en el Estado de Tlaxcala	69
3.2.4 Tarifas	69
3.2.5 Norma-001-CNA-1995. Sistemas de alcantarillado sanitario	72
3.2.6 Norma de consumo medio de energía eléctrica en el Estado de Tlaxcala	73
3.2.7 Síntesis	74

CAPITULO 4. LOS UMBRALES Y PROSPECTIVA HACIA EL AÑO 2020.

Aspectos topográficos y demográficos.

4.1 Topografía actual del área del corredor urbano	75
4.1.2 Densidad de población	79

Prospectivas.

4.2.1 Proyección urbana hacia el año 2010 y 2020 en Chiautempan	81
4.2.2 Proyección urbana hacia el año 2010 y 2020 en la Ciudad de Tlaxcala	82
4.2.3 Proyección urbana hacia el año 2010 y 2020 en Zacatelco	82
4.2.4 Sustento de prospectiva para la ciudad de Tlaxcala hacia el 2020	85
4.2.5 Sustento de prospectiva para el municipio de Chiautempan hacia el 2020	97
4.2.6 Sustento de prospectiva para el municipio de Zacatelco hacia el 2020	108
4.2.7 Síntesis	117

CONCLUSIONES	120
Hacia unas recomendaciones teóricas	128
Hacia unas recomendaciones técnicas	130
BIBLIOGRAFÍA.	
Bibliografía	132
ANEXOS.	
Cálculos	135
Glosario	145
Planos	150
CURRICULUM VITAE	151

INDICE DE FIGURAS

Índice. Esquemas

Esquema 01.	Estructura física urbana	15
Esquema 02.	Metodología general	17
Esquema 03.	Distribución eléctrica	96

Índice. Figuras.

Figura 01.	Delimitación del área	25
Figura 02.	Sistema de enlaces	26

Índice de gráficas.

Grafica 01.	Prognosis de agua potable en Tlaxcala	89
Gráfica 02.	Descarga de aguas residuales de los municipios de Tlaxcala, Chiautempan y Totolac	93
Grafica 03.	Prognosis de agua potable en Chiautempan	101
Grafica 04.	Descarga de aguas residuales de los municipios Tlaxcala, Chiautempan y Totolac	105
Grafica 05.	Conjunción de datos de agua potable y energía eléctrica con base en la densidad poblacional	127
Grafica 06.	Consumo medio por familia	68
Grafica 07.	Inversión monetaria en Tlaxcala	137
Grafica 08.	Inversión monetaria en Chiautempan.	139
Grafica 09.	Inversión monetaria en Zacatelco.	143

Índice de Mapas.

Mapa 01	Umbrales rebasados en base a la mancha urbana histórica en los municipios de Tlaxcala, Chiautempan y Zacatelco	29
Mapa 02	Umbrales físicos naturales detectados en el corredor urbano	31
Mapa 03	Áreas urbanas en la década de 1970	33
Mapa 04	Cuenca Alto Atoyac-Zahuapan	46
Mapa 05	Ubicación de las plantas tratadoras dentro del corredor urbano	55
Mapa 06	Topografía general del corredor urbano	76
Mapa 07	Desarrollo urbano durante las tres últimas décadas	78
Mapa 08	Prognosis de dirección y desarrollo urbano para el 2020 en el corredor Urbano	84
Mapa 09	Primer y último umbral en la ciudad de Tlaxcala	85
Mapa 10	Primer y último umbral en Chiautempan	98
Mapa 11	Primer y último umbral en Zacatelco	109

Índice de Planos.

Plano 01	Cobertura de agua potable en 1970	39
Plano 02	Cobertura de agua potable en el 2000	43
Plano 03	Ubicación de pozos de agua potable	44
Plano 04	Cobertura de la red de alcantarillado en 1970	49
Plano 05	Cobertura de la red de drenaje en la década del 2000	53
Plano 06	Ubicación de subestaciones	60
Plano 07	Red troncal de 115 KV. de la zona de Tlaxcala	150
Plano 08	Dirección de las líneas de alta tensión	61
Plano 09	Localización de las barrancas receptoras de aguas residuales en el municipio de Zacatelco	113
Plano 10	Umbrales detectados en el corredor urbano	123
Plano 11	Propuesta de desarrollo urbano a corto, mediano y largo plazo de la ciudad de Tlaxcala	137
Plano 12	Propuesta de desarrollo urbano a corto, mediano y largo plazo del municipio de Chiautempan	140
Plano 13	Propuesta de desarrollo urbano a corto, mediano y largo plazo del municipio de Zacatelco	144

Índice de tablas.

Tabla 01	Población total en el Estado de Tlaxcala	36
Tabla 02.	Cobertura de agua potable por municipio	41
Tabla 03	Cobertura de la red de drenaje en el 2000	51
Tabla 04	Porcentaje de tratamiento de aguas residuales en el 2004	54
Tabla 05	Porcentaje de cobertura de la red de energía eléctrica en el Corredor urbano	59
Tabla 06	Proyección poblacional y hectáreas aproximadas requeridas	80
Tabla 07	Densidad neta de población por hectárea en el 2000	80,136
Tabla 08	Extracción de agua potable en los municipios investigados.	87,100
Tabla 09	Proyección poblacional	87,99
Tabla 10	Proyección de agua requerida en Tlaxcala	88
Tabla 11	Proyección de desalojo de aguas negras de la ciudad de Tlaxcala	91
Tabla 12	Consumo diario de energía eléctrica por habitante en Tlaxcala	95
Tabla 13	Capacidad de la red de energía eléctrica en Tlaxcala	96
Tabla 14	Proyección de agua requerida en el municipio de Chiautempan	100,103
Tabla 15	Proyección de aguas residuales en el municipio de Chiautempan	103
Tabla 16	Proyección poblacional de los municipios de Chiautempan, Tlaxcala y Totolac	104
Tabla 17	17. Proyección de consumo diario de energía eléctrica por habitante en el municipio de Chiautempan	107

Tabla 18	Proyección de capacidad en la red de energía eléctrica en el municipio de Chiautempan	107
Tabla 19	Extracción de agua en el municipio de Zacatelco	110,114
Tabla 20	Proyección poblaciones al 2020 en el municipio de Zacatelco	110,114
Tabla 21	Proyección al 2020 de agua potable requerida en el municipio de Zacatelco	111
Tabla 22	Proyección de desalojo de las aguas residuales del municipio de Zacatelco	114
Tabla 23	Proyección del consumo diario de energía eléctrica por habitante en el municipio de Zacatelco	115
Tabla 24	Proyección en la capacidad de la red de energía eléctrica en el municipio de Zacatelco	116
Tabla 25	Importe estimado por partida para notificación de 1 hectárea.	135,138
Tabla 26	Parámetros de inversión en Tlaxcala en las décadas del 2010 a 2020.	137
Tabla 27	Parámetros de inversión en Chiautempan en las décadas del 2010 a 2020.	139
Tabla 28	Parámetros de inversión en Zacatelco en las décadas del 2010 a 2020.	143
Tabla 29	Consumo promedio mensual de agua por familia y montos destinados al pago del servicio.	68

CAPITULO 1. TEORÍA DE UMBRALES.

1.1 Antecedentes.

Estudiar y comprender el desarrollo urbano de las ciudades es una tarea compleja, sin embargo se han estructurado mecanismos para poder planear a mediano y corto plazo dicho crecimiento y poder analizar con mayor exactitud la dirección y tiempo que tomará el desarrollo urbano en una localidad.

Este reto ha puesto a investigadores a estudiar metodologías que puedan entender y apoyar las posibles regiones que puedan recibir los nuevos asentamientos humanos y así cumplir con una serie de normas mínimas para la vida cotidiana.

En la década de los 70, en Polonia (Bodeslaw Malisz 1974) propone una teoría para analizar las posibilidades del desarrollo urbano, que establece como objetivo principal, detectar las barreras físicas, naturales y estructurales que impiden momentáneamente el desarrollo urbano. Estas barreras las clasifica en umbrales de grado, escalonado y estructurales; cada una de estas al ser remontadas requiere de una inversión distinta.

Esta metodología es un claro ejemplo de estudio sobre el desarrollo urbano en las ciudades europeas. Sin embargo hay que contemplar que cada ciudad es diferente al contar con diferentes factores físicos, económicos y políticos que intervienen en su vida cotidiana.

En México 1976, Alberto Rébora Tongo, profesor del Centro de Estudios del Medio Ambiente de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, realiza un documento titulado: “Lineamientos Metodológicos para la elaboración de planes del Desarrollo Urbano para Ciudades Pequeñas y Medianas, con base en la Teoría de Umbrales” realizada para el Centro de Estudios Regionales Urbanos Rurales (CERUR) de la Secretaría de la Presidencia, donde incorpora la experiencia emanada de un

primer intento de aplicación para la elaboración del esquema de desarrollo urbano de la ciudad de Salinas Cruz, Oaxaca.

Rébora determina como variable importante en la implementación de la metodología de la teoría de umbrales, que para deducir la posible dirección de desarrollo urbano de una ciudad o asentamiento humano en estudio, éste deberá contar con un millón de habitantes como máximo. En asentamientos mayores se requerirá utilizar otra metodología más compleja, lo que implica que se puedan manejar otras variables.

1.1.2 Teoría de umbrales.

El interés fundamental de la utilización del concepto de umbral en la planeación del desarrollo físico urbano, es el de permitir la integración de las ópticas de la planeación física tradicional con las de la planeación económica, en un marco de análisis cuantitativo. Esta integración permite incorporar el criterio económico, es decir la mejor utilización de los recursos escasos, siendo definido de antemano ciertas especificaciones y limitantes. Si se establecen los umbrales sucesivos a los que habrá de enfrentarse el desarrollo físico de una ciudad, se calcularán los costos necesarios para rebasarlos y además se cuantificarán la capacidad de las áreas delimitadas por esos umbrales (en un número de habitantes) pudiendo entonces determinarse el costo per-cápita del desarrollo urbano para diferentes áreas y por consiguiente la dirección más recomendable para la expansión de una ciudad. El orden de desarrollo de las distintas áreas consideradas y el momento a partir del cual el crecimiento continuo no resulta ya económico. (Rébora, 1978: 15)

El origen de la teoría de los umbrales se encuentra en el hecho real de que el desarrollo físico de una ciudad encuentra barreras que lo limitan. Estas barreras pueden ser físicas o tecnológicas (cuando tienen por origen los elementos de la infraestructura urbana) o estructurales (derivadas de la utilización del suelo urbano). Esas barreras constituyen umbrales del desarrollo urbano, dado que el remontarlas exige inversiones

de capital desproporcionadas en relación a los gastos normales en los que se incurre para implantar nuevos habitantes en el territorio urbano (Bodeslaw, 1974).

Se deduce entonces, que en el momento en que una ciudad se topa en su crecimiento con una barrera cualquiera, tiende a detenerse y entonces un umbral ha sido alcanzado.


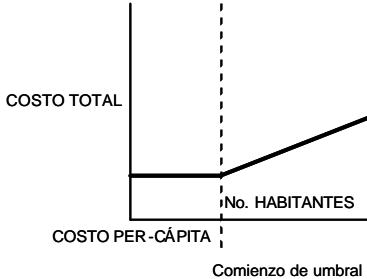
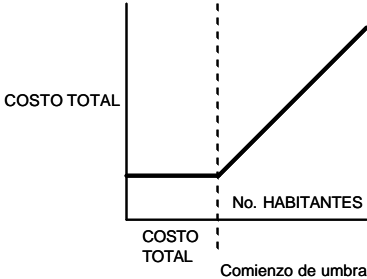
Por ejemplo, en el drenaje; cuando una ciudad se desarrolla llegará el día en el cual los elementos principales de la red no tendrán capacidad suficiente y deberán ser complementados. Esta situación implica que un umbral ha sido alcanzado y que se requiere realizar inversiones extraordinarias. Otro ejemplo es el caso de una ciudad que enfrenta en su crecimiento un umbral debido al hecho de que se encuentra al borde de un río y para atravesarlo, hará falta construir un puente y una nueva infraestructura.

Los umbrales se clasifican en escalonados de grado y tecnológico. La distinción se basa en la inversión necesaria que debe hacerse para remontar dicho obstáculo. Para salvar los umbrales escalonados por ejemplo, se requiere de una inversión puntual, esto quiere decir tener el monto total que costará la obra y maquinaria para su funcionamiento. Los umbrales de grado originados por excesivas pendientes del suelo son remontados con inversiones adicionales a medida que el proceso de desarrollo físico urbano se lleva a cabo. En cuanto a los umbrales tecnológicos, son originados por la capacidad de operación de las redes esto quiere decir que las propiedades han sido rebasadas por el incremento de la demanda.


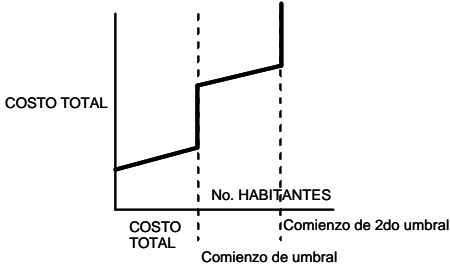
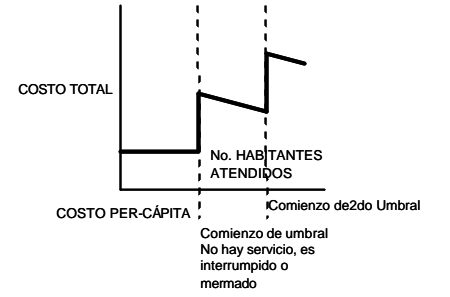
Ambos umbrales requieren costos extraordinarios al tratar de dotar el desarrollo urbano, cuantificables de inmediato en el caso de los umbrales de grado, y en el caso de los escalonados y tecnológicos, cuantificables en el momento en que se define la forma de remontarlos (Rébora, 1978).

Las siguientes tres tablas nos muestran las características generales de cada uno de los tipos de umbrales, así como la forma de inversión para ser salvados (ver página 11,12 y 13).


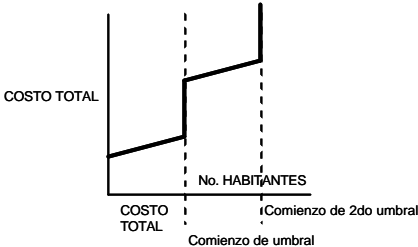
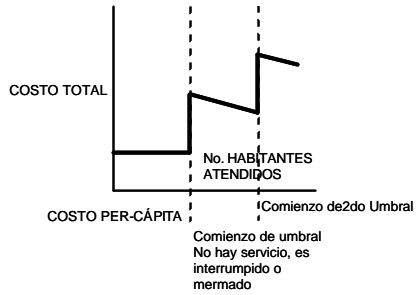
Umbral de grado

Tipo de Umbral	Concepto	Características	Medición
De grado	<p>Los umbrales de grado, son los originados, por una excesiva pendiente del suelo y el incremento.</p>	<p>Los umbrales de grado se originan generalmente por las características fisiográficas del sitio. Por ejemplo, cuando la mancha urbana se encuentra con una pendiente sensiblemente mayor o pronunciada como se puede ver en la imagen.</p>  <p>Fuente: Cortesía de Carlos Ruiz con una superposición del Arq. Luis Montiel</p>	<p>El interés fundamental de la utilización del concepto de umbral en la planeación del desarrollo físico urbano, es el de permitir la integración de las ópticas de la planeación física tradicional con las economicistas, en un marco de análisis cuantitativo. Esta integración permite incorporar el criterio económico, es decir la mejor utilización de los escasos recursos, siendo definido de antemano ciertas especificaciones y limitantes. Si se establecen los umbrales sucesivos a los que habrá de enfrentarse el desarrollo físico de una ciudad, se calculan los costos necesarios para rebasarlos y además se cuantifica la capacidad de las áreas delimitadas por esos umbrales (en número de habitantes). Puede entonces, determinarse el costo per cápita del desarrollo urbano para diferentes áreas y por consiguiente la dirección más recomendable para la expansión de una ciudad, el orden de desarrollo de las distintas áreas consideradas y el momento a partir del cual el crecimiento continuo no resulta ya económico (Rébora, 1978: 15).</p> <p>Primero, de manera formal, se deben definir los siguientes conceptos.</p> <p>La función de costo unitario: incluye todos los costos de construcción de todas las unidades que no dependen de su localización con respecto a redes o equipamiento. Segundo, las siguientes gráficas representan generalmente la inversión para remontar el umbral de grado, en donde se puede ver lo progresivo, ya que se requiere realizar inversiones adicionales a medida que el proceso de desarrollo físico urbano se lleva a cabo.</p> <div><p>Grafica de inversión para sufragar un umbral de grado, con un costo per-cápita.</p><p>Fuente: RÉBORA TONGO ALBERTO, 1978. <i>Desarrollo Urbano: Aplicación de la teoría de los umbrales para evaluar estrategias de desarrollo urbano</i>. Secretaría de asentamientos humanos y obras públicas. 2^{da} ed. México.</p></div> <div><p>Grafica de inversión para sufragar un umbral de grado, de acuerdo a un corte estimado total.</p><p>Fuente: RÉBORA TONGO ALBERTO, 1978. <i>Desarrollo Urbano: Aplicación de la teoría de los umbrales para evaluar estrategias de desarrollo urbano</i>. Secretaría de asentamientos humanos y obras públicas. 2^{da} ed. México.</p></div> <p>La inversión la obtendremos en primer lugar, por el número de habitantes a cubrir. Este dato es importante para el desarrollo del cálculo tecnológico, es decir la maquinaria y material que se requiera en el sitio para su óptima operación de servicio. La forma de inversión como lo podemos observar en las tablas será de una forma progresiva. Por ejemplo, el desarrollo urbano que se registre en la periferia; una colonia que se encuentre en un terreno topográficamente irregular, se ingresarán los servicios conforme su demanda sin afectar a los primeros colonizadores quitándoles el servicio o mermando la eficiencia de la red.</p> <p>Por otro lado, se tendrá que basar en un estándar normatizador para las redes y obtener una cantidad media específica, para el desarrollo de cuantificación y medición de cada una de las redes.</p>

Umbral escalonado

Tipo de Umbral	Concepto	Características	Medición.
Escalonado	<p>Los umbrales escalonados son originados por una barrera física (natural), como el cause de un río o una gran cañada.</p>	<p>Los umbrales escalonados se originan generalmente por las características fisiográficas del sitio. Por ejemplo, cuando la mancha urbana se encuentra con barreras que impiden el crecimiento tendencial y continuo de la mancha urbana, debiendo salvar y construir puentes o infraestructura física que nos permita continuar con el crecimiento del entramado.</p>  <p>Fuente : http://images.google.com.mx/imgres?imgurl y con una superposición del Arq. Luis Montiel</p>	<p>Primero, se definen los siguientes conceptos. La función de costo unitario que incluye los costos de construcción de todas las unidades, que no dependen de su localización con respecto a redes o equipamiento.</p> <p>Las siguientes gráficas nos muestran la forma general de inversión para remontar un umbral escalonado, en donde la inversión es concentrada y sin la cual el área en cuestión no puede ser abierta al desarrollo urbano.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="1061 571 1509 836">  <p>Gráfica de inversión para sufragar un umbral escalonado, de acuerdo a un costo estimado total.</p> <p>Fuente: RÉBORA TONGO ALBERTO, 1978. <i>Desarrollo Urbano: Aplicación de la teoría de los umbrales para evaluar estrategias de desarrollo urbano</i>. Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. 2ª ed. México.</p> </div> <div data-bbox="1554 587 2002 884">  <p>Gráfica de inversión para sufragar un umbral escalonado, con un costo per cápita.</p> <p>Fuente: RÉBORA TONGO ALBERTO, 1978. <i>Desarrollo Urbano: Aplicación de la teoría de los umbrales para evaluar estrategias de desarrollo urbano</i>. Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. 2ª ed. México.</p> </div> </div> <p>Esta inversión será determinada por el número de habitantes que demanden el servicio. Para poder remontar el umbral se requerirá tener el capital total, ya que se requiere de todos los materiales, infraestructuras y mano de obra técnica para poder operar. Por ejemplo, al crecer la mancha urbana, y el umbral físico (natural) a remontar es un río en donde se requerirá traer el agua potable del otro lado, es imprescindible que la construcción del puente que sostiene la red de infraestructura deba ser terminada para poder entrar en operación. Si se realiza paulatinamente no podrá funcionar y mucho menos dotar a las nuevas zonas que están demandando el servicio.</p>

Umbral tecnológico

Tipo de Umbral	Concepto	Características	Medición.
Tecnológico	<p>Los umbrales tecnológicos se originan cuando la capacidad de infraestructura es rebasada u obsoleta. Por ejemplo, cuando la red de infraestructura consolidada de un poblado determinado con un número preciso de habitantes, sufrirá un cambio en el nivel de la demanda de esas mismas redes.</p> <p>Esa demanda es sobrepasada cuando en el tejido urbano se permite una tipología edificatoria distinta (cambio de uso de suelo, incrementando su constructividad o bien aumentando sus coeficientes de ocupación y utilización - explotación del suelo) lo que demandaría mayor capacidad tecnológica a esas infraestructuras.</p>	<p>Son características principales del umbral tecnológico cuando la capacidad de dotación de las infraestructuras se ve mermada. Por ejemplo, en la red de agua potable debido a un incremento en sus niveles de exigencia, sería la pérdida de presión o incluso la suspensión temporal del suministro. O bien, la saturación en la red de drenaje por el incremento en la descarga llegando a su bloqueo por rebasar su capacidad.</p>  <p>Fuente: Cortesía Reichman, Internacional, 1993</p>	<p>Primero, se define la función de costo unitario que incluye todos los costos de construcción de todas las unidades, que no dependen de su localización con respecto a redes o equipamiento.</p> <p>Para saber la inversión que requerirá este tipo de umbral se medirá bajo la misma técnica que el umbral de grado. Sin embargo, aquí se requiere de un diagnóstico sobre la calidad en el servicio de las redes, así como el nuevo número de habitantes en la zona que requieran el servicio en el futuro.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="1048 531 1464 778">  <p>Grafica de inversión para sufragar un umbral tecnológico, en costo total.</p> <p>Fuente: RUEDA, GAONA, J. ANTONIO, 2003. Uso y renta del suelo en el desarrollo urbano de la Ciudad de México. Tesis (PhD). Universidad Politécnica de Cataluña y CONACYT, Barcelona.</p> </div> <div data-bbox="1563 531 1980 826">  <p>Grafica de inversión para sufragar un umbral tecnológico, con un costo per cápita.</p> <p>Fuente: RUEDA, GAONA, J. ANTONIO, 2003. Uso y renta del suelo en el desarrollo urbano de la Ciudad de México. Tesis (PhD). Universidad Politécnica de Cataluña y CONACYT, Barcelona.</p> </div> </div> <p>El costo total que se deriva de la cobertura, es determinada por el número de habitantes, deduciéndose entonces que el umbral tecnológico lo determinará el coste de los materiales y el equipo que se requiera. Y que, por otro lado cumpla con los aspectos técnicos para poder dar el servicio a todas estas personas afectadas.</p> <p>Para obtener los datos que servirán para calcular y remontar el umbral nos basaremos en los estándares normativos para cada una de las redes. Por ejemplo, los litros de agua potable que requiere un habitante diariamente, dato que sirve para calcular los litros que requerirán la zona de estudio, y con ello calcular el suministro en el futuro inmediato, sin que esta presente déficit a corto plazo o se colapse.</p> <p>La forma de detectar este umbral tecnológico será primero con el número habitantes atendidos en el área, y compararlo con las normas de sitio averiguando las cantidades de consumo.</p>

Bajo este primer panorama, considero la teoría de los umbrales como la herramienta metodológica más apropiada para ser aplicada en el análisis de estudio del corredor urbano Tlaxcala-Santa Ana Chiautempan-Zacatelco ya que reúne las características idóneas para ser aplicada. Identificando a lo largo del corredor urbano en mención, el producto de un cambio socio-económico, que tiende a modificar el establecimiento de los grupos humanos transformando la naturaleza, dinámica, organización y función de los municipios, así como su relación con el campo.

Antes de abordar los aspectos metodológicos que se proponen para la determinación y evaluación de estrategias de desarrollo físico urbano para ciudades medianas, conviene establecer algunos supuestos básicos que se encuentran subyacentes en el método de la teoría de umbrales.

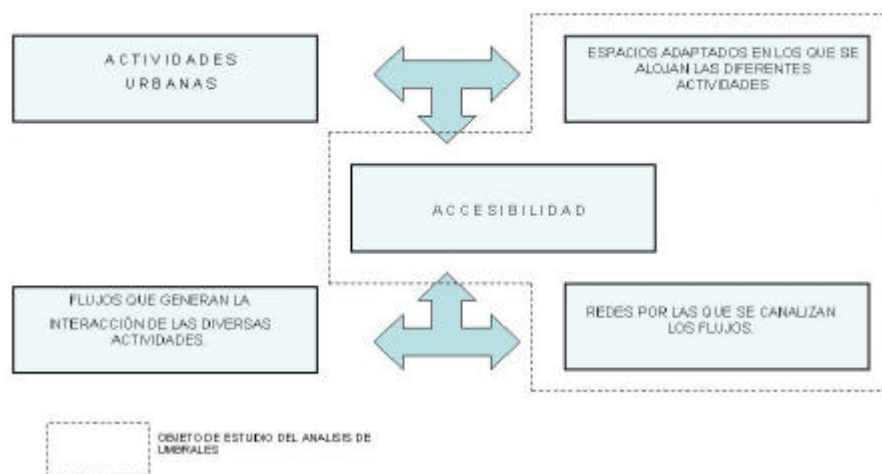
1.1.3 Objeto de estudio de la teoría de umbrales.

El objeto de estudio de este trabajo es la planeación urbana, en un sentido más amplio la planeación urbana regional con múltiples acepciones. Entendemos como planeación urbana a la estructura física interna de las ciudades, constituida por un conjunto de espacios adaptados, en los cuales las actividades urbanas se desarrollan, por las redes a través de las cuales circulan los flujos de bienes y personas que dichas actividades generan (ver esquema 01 página 20). El cometido de la planeación urbana es el guiar al proceso de crecimiento y cambio de la estructura física de las ciudades, dentro de un marco de programación del desarrollo económico social. De no suceder así, se corre el riesgo de divorciar el desarrollo físico urbano de las consideraciones económicas, sociales y políticas (Rébora, 1978: 14).

Los planes de desarrollo urbano deben aportar información concreta sobre los problemas y propósitos que se generan a nivel local urbano en la programación estatal, regional y nacional.

El coste del desarrollo físico urbano, en las ciudades dinámicas del país, trae paralelamente un enorme desperdicio de recursos, el cual obedece a diversas razones. La primera, la constituye la forma anárquica en que se produce el crecimiento y cambio físico. La segunda, se origina en la destrucción de recursos valiosos tales como bosques y tierras agrícolas de difícil y costosa sustitución. La tercera, se origina en las diseconomías de escala en la prestación de servicios públicos, tales como el incremento del costo de transportación, originado por la inadecuada traza urbana (Rébora 1978: 6).

Esquema 01. Objeto de estudio del análisis de umbrales.



Fuente: RÉBORA TONGO ALBERTO, 1978. *Desarrollo Urbano: Aplicación de la teoría de los umbrales para evaluar estrategias de desarrollo urbano*. Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. 2nd ed. México, Distrito Federal.

Dada la experiencia de países que realizan planeación urbana, se sabe que el costo de inversión de un habitante en la ciudad (considerando como costo de implantación la inversión en capital fijo per-cápita por concepto de infraestructura, inversiones sociales y la parte correspondiente a la operación y mantenimiento de los servicios urbanos) puede reducirse en forma importante de mediar una eficaz planeación urbana (García, Julio, 1993: 44). Este ahorro se consigue determinando el patrón espacial de desarrollo físico urbano que minimiza el costo de desarrollo urbano.

Si en nuestro país sumásemos a este posible ahorro, la parte correspondiente a la destrucción de recursos naturales y la que se genera por la descoordinación entre las múltiples entidades que participan en la construcción de infraestructura y prestación de servicios, concluiríamos que el proceso de desarrollo urbano en las ciudades medias dinámicas del país es altamente ineficiente, dilapidándose enormes sumas de recursos escasos¹.

Otra consideración se refiere al tipo de planeación que en la práctica tiene mayores probabilidades de resultar operativa. Al respecto, parece importante distinguir entre dos visiones opuestas. La primera, la de una planeación urbana concebida como un proceso continuo de concertación de las acciones de los múltiples agentes públicos y privados del desarrollo urbano en torno a una estrategia o plan preestablecido por dichos agentes en su conjunto, que imponga una serie de directrices generales, las cuales sólo de manera excepcional puedan ser modificadas. La segunda, la visión tradicional del plan 'finalista', realizado por los planificadores. Plan que establece o predetermina el estadio final al que la ciudad en cuestión habrá de arribar, una vez que los agentes públicos y privados del desarrollo urbano, con base en el plan, terminen de construirla.

Si aceptamos *a priori* que la primera visión resulta ser la más razonable, acordaremos en consecuencia la necesidad de contar, por una parte, con el concurso organizado de todas las entidades públicas, cuyas acciones inciden directamente en el proceso de crecimiento y cambio físico urbano; en la planeación urbana, dentro del marco de una amplia participación ciudadana. Por otra, se requiere sistematizar el proceso de planeación de manera tal que los diferentes planteamientos de los grupos y sectores involucrados puedan articularse entre sí y en consecuencia resulten compatibles de construcción y de presentación de servicios públicos, etc., normas y estándares que constituyen una parte fundamental del análisis y a los cuales habremos de referirnos más adelante.

¹ Según Rébora Tongo. Se estima en los países donde han sido aplicadas técnicas de optimización del desarrollo físico urbano, el ahorro obtenido alcanza niveles que oscilan entre un 15% y un 25%. En el caso de México cabe considerar la posibilidad de que el nivel de ineficiencia alcance hasta un 50%.

1.1.4 Metodología básica de la teoría de umbrales.

En esta parte del trabajo se describe de manera simplificada el método de análisis de umbrales, de acuerdo al escrito por la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAOP). Desarrollo Urbano: Aplicación de la teoría de los umbrales para evaluar estrategias de desarrollo urbano, el cual se plantea de la siguiente manera:

1) Planteamiento del problema.

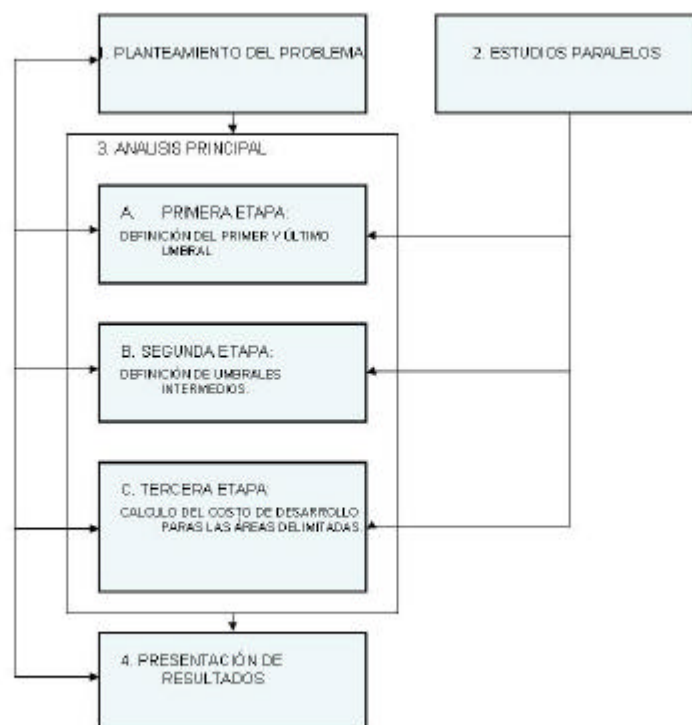
2) Estudios paralelos.

3) Análisis principal.

4) Presentación de resultados.

(Ver esquema 02 general de metodología).

Esquema 02. General de metodología.



Fuente: RÉBORA TONGO ALBERTO, 1978. *Desarrollo Urbano: Aplicación de la teoría de los umbrales para evaluar estrategias de desarrollo urbano*. Secretaría de asentamientos humanos y obras públicas. 2nd ed. México, Distrito Federal.

Planteando el problema.

Para poder realizar el análisis principal, que constituye la parte medular del método de umbrales, se requiere considerar previamente una serie de cuestiones.

a) Implicaciones físicas del desarrollo urbano.

En esta primera actividad se deben considerar las implicaciones en el desarrollo físico urbano de los planteamientos contenidos en los estudios relativos al marco regional, formulación de objetivos y diagnóstico y pronóstico (aspectos 2o, 3o y 4o del esquema 02 general de metodología). En particular y de acuerdo con el papel que le corresponde jugar a la ciudad en cuestión en el desarrollo estatal, regional y nacional, la traducción de las previsiones socioeconómicas básicas que hayan sido establecidas (población, actividad económica, nivel y distribución del ingreso) en demandas de espacio y servicios públicos para las diferentes actividades y sectores de la población, integrando en consecuencia un programa de desarrollo físico urbano. El análisis de las implicaciones en el desarrollo físico urbano de la problemática y potencial de desarrollo de la ciudad en cuestión, dando especial atención al estado que le guarda opinión pública en la materia; y la identificación de las limitaciones políticas, institucionales y administrativas del desarrollo físico—urbano (Rébora, 1978:28) .

Estudios paralelos.

En este rubro se considera trabajar paralelamente las tres etapas: definir el primer y último umbral, detectar (en la zona de estudio) umbrales intermedios y finalmente calcular el costo aproximado de las áreas obtenidas. Esto es con la finalidad de obtener información que se apoye en si misma para fortalecer el diagnóstico y determinar con mayor certeza la dirección futura de la urbe; así como el costo de inversión para cada una.

Análisis principal.

Comprende el desarrollo de las tres etapas: definir el primer y último umbral, umbrales intermedios en base al desarrollo histórico urbano de la zona en estudio. Esto quiere decir que la primera etapa es definida por la traza urbana detectada en décadas anteriores suponiéndolos como umbrales librados.

Sin embargo, es importante determinar que los tipos de umbrales físicos y estructurales que deberá enfrentar el desarrollo urbano en la zona podrían afectar su crecimiento. Razón por la cual es importante determinar la topografía general de las zonas; para tener una mejor comprensión y poder determinar el desarrollo urbano.

Presentación de resultados.

Es importante enfatizar que la presentación de los resultados es con base en una proyección futura, donde se determinará la probable dirección del desarrollo urbano calculando el costo de inversión que se requerirá, obteniendo planos de las zonas que posiblemente recibirán a los nuevos asentamientos humanos. Por otro lado, como sabemos que el tipo de inversión es muy alto económicamente hablando, se deberá elaborar un plan estratégico de inversión paulatina. Esto quiere decir que sugerirá las áreas por etapas invirtiendo menos cantidad.

1.2.1 Aplicación de la metodología de la teoría de umbrales en el caso del corredor urbano Tlaxcala-Santa Ana Chiautempan-Zacatelco.

Las autoridades del estado de Tlaxcala han impulsado el desarrollo industrial durante las dos últimas décadas (1980 a 2000) pudiéndose apreciar nuevos asentamientos industriales en áreas estratégicas a lo largo del corredor urbano, que ha originado la demanda de servicios públicos: como agua potable, drenaje y sobre todo energía eléctrica para poder mover maquinaria especializada.

Estos servicios públicos, requeridos por las grandes industrias se han obtenido debido a que están colocadas en zonas por donde pasan los ramales principales de dotación. Sin embargo, al no estar diseñadas para dotar una demanda futura de esta índole, afectarán a las localidades que surte el ramal, enfrentándose a un déficit en el futuro.

Este escenario es común encontrarlo en nuevos asentamientos humanos ubicados en las laterales del corredor en donde la industria adquiere un papel importante en el sector económico, debido a la fuente de ingreso que representa en el trabajador ya que le permite obtener un capital constante para sus gastos cotidianos y promueve la concentración de actividades laborales en la periferia de éstas. Dando origen en el futuro al crecimiento urbano que después requerirá de infraestructura básica (agua potable, drenaje y energía eléctrica) para poder funcionar.

El crecimiento urbano detonado por estas circunstancias es apoyado en cierta manera por las principales carreteras viales por donde se desplazan sus habitantes y el comercio tanto local como regional de Tlaxcala, en donde por sus laterales, son alojadas las principales redes básicas de infraestructura (agua potable, drenaje y energía eléctrica) que corren a lo largo de estas vías vehiculares obteniendo éstas con mayor rapidez.

1.2.2 Objetivo general.

Realizar un diagnóstico que contenga información escrita y gráfica en apoyo de la localización de nuevos asentamientos humanos de acuerdo a la teoría de umbrales para el ordenamiento de las redes de infraestructura del corredor urbano que comparten Tlaxcala, Santa Ana Chiautempan y Zacatelco.

Objetivos Específicos.

- Analizar si los ejes viales funcionan como generadores del desarrollo urbano o como barreras, según la aplicación de la teoría de umbrales.

- Determinar el costo aproximado de urbanización de las zonas de Tlaxcala, Santa Ana Chiautempan y Zacatelco con probabilidad de recibir a los nuevos asentamientos humanos en el 2020 con base en las redes de infraestructura básica.

1.2.3 Hipótesis de Oscar Terrazas.

Tanto la expansión urbana de la Zona Conurbada como la transformación de los usos del suelo en su interior, han seguido el esquema territorial de ejes metropolitanos, ya que los procesos de cambio más acelerados se ubican a lo largo de las vías de comunicación principales, especialmente de la carretera Tlaxcala-Zacatelco-Puebla, de las autopistas Santa Ana Chiautempan-Puebla y San Martín Texmelucan-Tlaxcala.

El proceso de cambio de uso del suelo, de habitacional a comercial y de servicios, ha dado lugar a una transformación en la centralidad urbana, que hoy no sólo abarca las zonas históricas de Tlaxcala, Chiautempan y Zacatelco sino que se extiende a lo largo de las principales calles y avenidas

En los últimos 20 años se ha acentuado el proceso de densificación de las zonas urbanas ubicadas en los alrededores de Tlaxcala, Chiautempan y Zacatelco así como en los municipios colindantes. Este proceso, característico de la conurbación tlaxcalteca, consiste en la fragmentación de las propiedades agrícolas y en su ocupación con edificaciones dedicadas a la vivienda y a servicios locales, pero manteniendo el cultivo en el resto de los terrenos, y puede denominarse como la urbanización rural de los alrededores urbanos.

Hipótesis General

El crecimiento infraestructural del corredor urbano Tlaxcala-Santa Ana Chiautempan-Zacatelco, en el Estado de Tlaxcala, se ha desarrollado anárquica y

desarticuladamente, además de manera polarizada, debido a que no se han contemplado sus barreras físicas, tecnológicas y estructurales².

Hipótesis Particular 1.

Las infraestructuras que han rebasado su umbral de eficiencia, lo han hecho debido a que no han contemplado las barreras físicas, tecnológicas y estructurales. Como por ejemplo, las pendientes pronunciadas (la diferencia pronunciada de nivel entre un municipio y otro), el mal diseño inicial de la red en cuestión de cálculo del umbral de eficiencia técnica a futuro y la desarticulación entre los usos del suelo que atrajeron población y orillaron a asentarse en áreas desprovistas de la misma infraestructura.

Hipótesis Particular 2.

Los dos ejes viales del corredor urbano Tlaxcala-Santa Ana Chiautempan-Zacatelco limitan la expansión del desarrollo urbano de estas localidades desde la óptica de la teoría de umbrales. Aún y cuando en sus laterales se encuentran algunas redes de infraestructura como el agua potable, drenaje y energía eléctrica que facilitan el acceso a las comunidades.

1.2.4 Preguntas de investigación.

¿La teoría de umbrales es el soporte teórico idóneo para el estudio de las redes de infraestructura básica?

¿Qué tipo de barreras ha encontrado el desarrollo urbano durante las tres últimas décadas, de las localidades de Tlaxcala, Santa Ana Chiautempan y Zacatelco las cuales conforman el corredor vial?

² Las barreras *físicas* se refieren a enfrentarse con ríos, cañadas, excesivas pendientes, e incluso territorios no aptos para el desarrollo urbano como los terrenos agropecuarios y de reserva ecológica. Las barreras *tecnológicas* se refieren a la imposibilidad material y de sus capacidades específicas de continuar con las infraestructuras. Y finalmente las barreras *estructurales* se refieren a cuestiones económicas, demandas sociales, controversias en la propiedad jurídica del suelo, e incluso número de habitantes cubiertos, etc.

¿Cuál es la probabilidad de que los ejes viales funcionen como barrera física en el desarrollo urbano?

¿Las barreras físicas naturales y estructurales determinan la dirección del desarrollo urbano?

¿En qué condiciones los asentamientos humanos obtienen los servicios públicos con mayor rapidez y calidad?

¿Qué zonas serán las probables para recibir a los nuevos asentamientos humanos en el 2020 que faciliten o contengan los servicios públicos básicos de los tres municipios en estudio?

¿Cuál es la situación actual de servicio de las redes de infraestructura básicas en cuanto a la demanda de la población actual?

1.2.5 Especificación del horizonte de análisis.

La información que se obtendrá en esta investigación será prevista para las dos siguientes décadas 2010-2020, en donde particularmente estarán en la gestión, dos administraciones diferentes a cargo de la Secretaria de Desarrollo Urbano del Estado de Tlaxcala, dado al cambio de periodo electivo estatal, sirviendo de apoyo en ambas para la toma de dediciones en el plan general de desarrollo urbano.

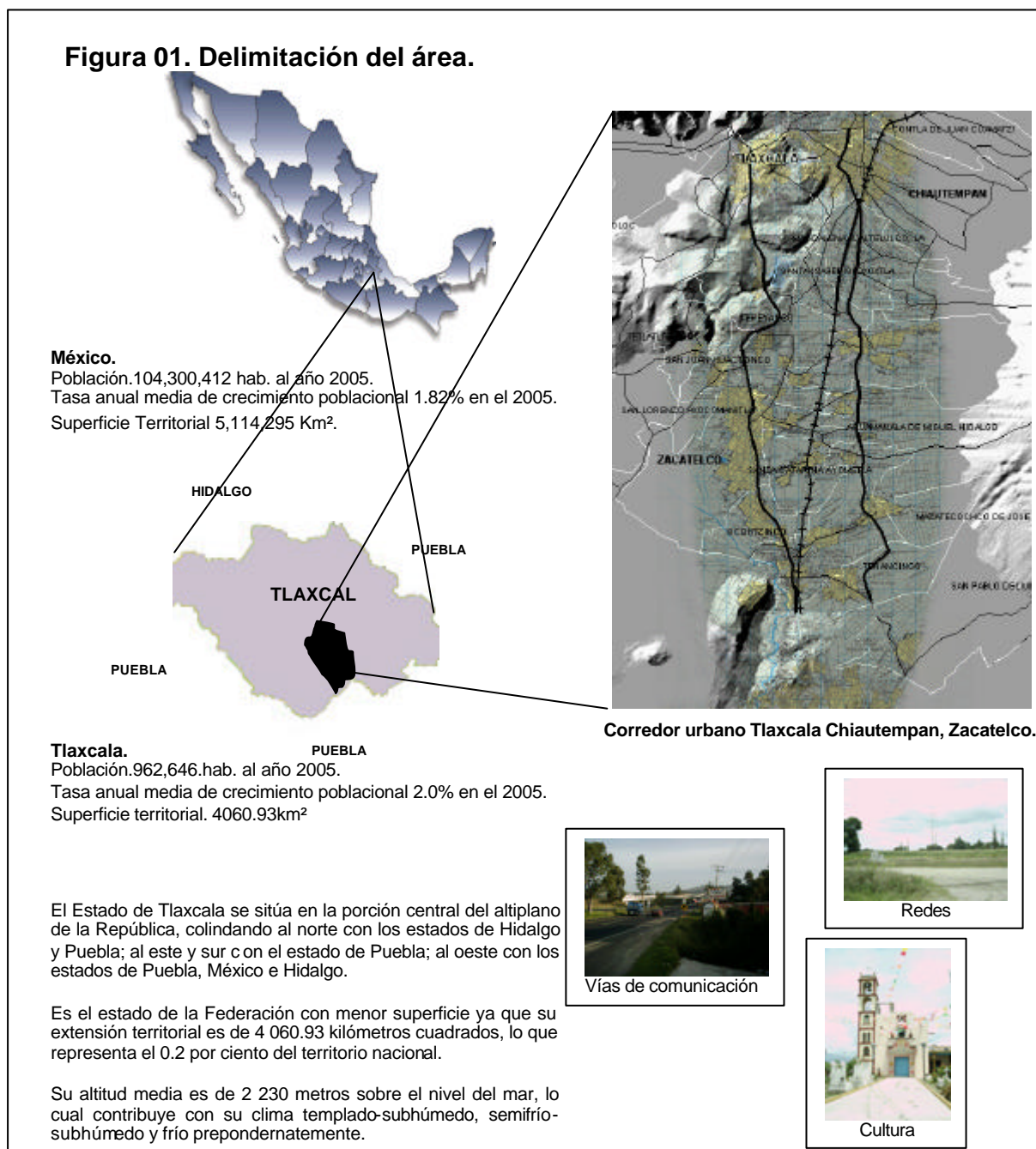
Dentro de la tercera etapa de la metodología será indispensable la realización de la prognosis de las décadas 2010-2020, con base en las redes de infraestructura básica; las cuales determinarán las probables áreas en recibir los futuros asentamientos humanos que garanticen las diferentes expectativas de los usuarios, sea la calidad de vida y servicio. Además se determinará la probable inversión en pesos constantes según el umbral a superar. Determinado por los servicios básicos para que demanden los desarrollos urbanos. Finalmente este tipo de información se expondrá a través de planos y gráficas que estarán anexados en el capítulo tres de este trabajo; reforzando

así la aplicación de la teoría de umbrales como base estratégica para el desarrollo urbano.

A continuación se delimita el área de investigación con base en los límites estatales y Municipales que integran el corredor urbano Tlaxcala-Santa Ana Chiautempan-Zacatelco, además de integrar información socioeconómica general y particular. Ver figura 01 en la página 25.

Umbrales en el estudio de la infraestructura urbana.

1.3.1 Delimitación del área.

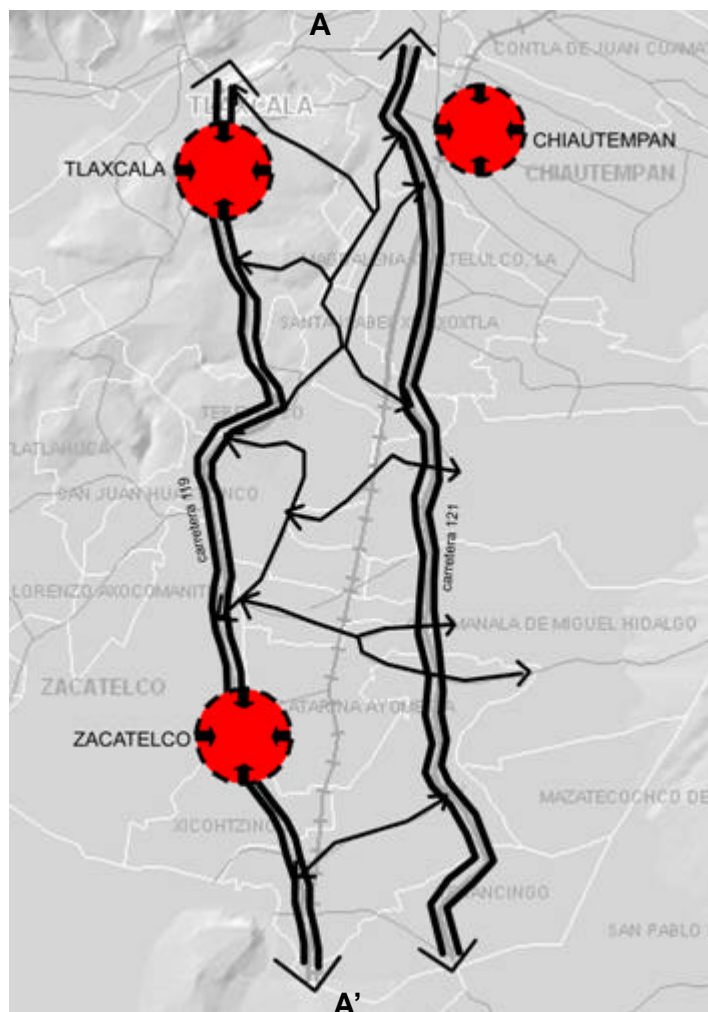


Fuente: INEGI. año 2000. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática. Con una imagen superpuesta de Luis Montiel.

1.3.2 Sistema de enlace.

Figura 02. Sistema de enlace.

Corredor urbano Tlaxcala, Chiautempan, Zacatelco.



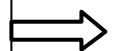
CORTE ESQUEMÁTICO A-A'

La conformación físico-geográfico del corredor urbano Tlaxcala-Santa Ana Chiautempan-Zacatelco se caracteriza por las grandes pendientes localizadas en la Ciudad de Tlaxcala, para el resto del territorio en estudio su topografía la encontramos regular.

Simbología.



Centros urbanos.



Carreteras principales.



Carreteras secundarias.



Delimitación del área

Fuente: INEGI. año 2000. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática. Con una imagen superpuesta de Luis Montiel.

Como se puede apreciar en la figura 02, el sistema de enlace es conformado principalmente por dos arterias viales importantes la carretera 119 y 121, los cuales conectan localmente la Ciudad de Tlaxcala con dos de sus municipio más poblados:

Chiautempan y Zacatelco. Sin embargo, dichas carreteras al extenderse más al sur, determinan un sistema de enlace regional conectando la ciudad de Tlaxcala con el Estado de Puebla, es decir, facilita el traslado de personas y comercio de una ciudad a otra.

Estas vías principales mantienen una comunicación gracias a las vías secundarias que conectan un sistema de enlace local de Este a Oeste, uniendo los grandes centros urbanos en donde se requiere desplazar a la comunidad a sus actividades cotidianas (trabajo, estudio y recreación); además son de suma importancia ya que por ellas se desplaza el comercio local que se genera en los municipios.

No obstante, estas vías primarias y secundarias de comunicación terrestre han dado pauta a la detonación del crecimiento urbano a lo largo de ellas, otorgando principalmente los servicios básicos públicos que toda urbanización requiere (agua potable, drenaje y energía eléctrica) para su funcionamiento.

Ahora bien, una vez delimitada el área de investigación y entendiendo el funcionamiento del sistema de enlace, se determinarán dentro del estudio de umbrales, los factores causales que determinan las barreras (umbrales) en el área.

Antes de realizar el estudio de umbrales, deben establecerse una serie de especificaciones, entre ellas las siguientes:

1.3.3 Factores causales de umbrales.

Los lineamientos planteados en este documento tienen por propósito considerar, en la determinación de una estrategia de desarrollo físico urbano, solamente las limitaciones más significativas que enfrenta al desarrollo físico urbano y no realizar un análisis detallado de todos los posibles umbrales. Resulta indispensable por consiguiente el

determinar para cada caso de que se trate, con base en la consideración de las condiciones locales y la experiencia en planeación que se posea, aquellos factores causales de umbrales que puedan eventualmente imponer limitaciones importantes al desarrollo urbano. Estos pueden variar de la ciudad que se trate y el grado de precisión que se desee dar al análisis (Rébora, 1978: 29).

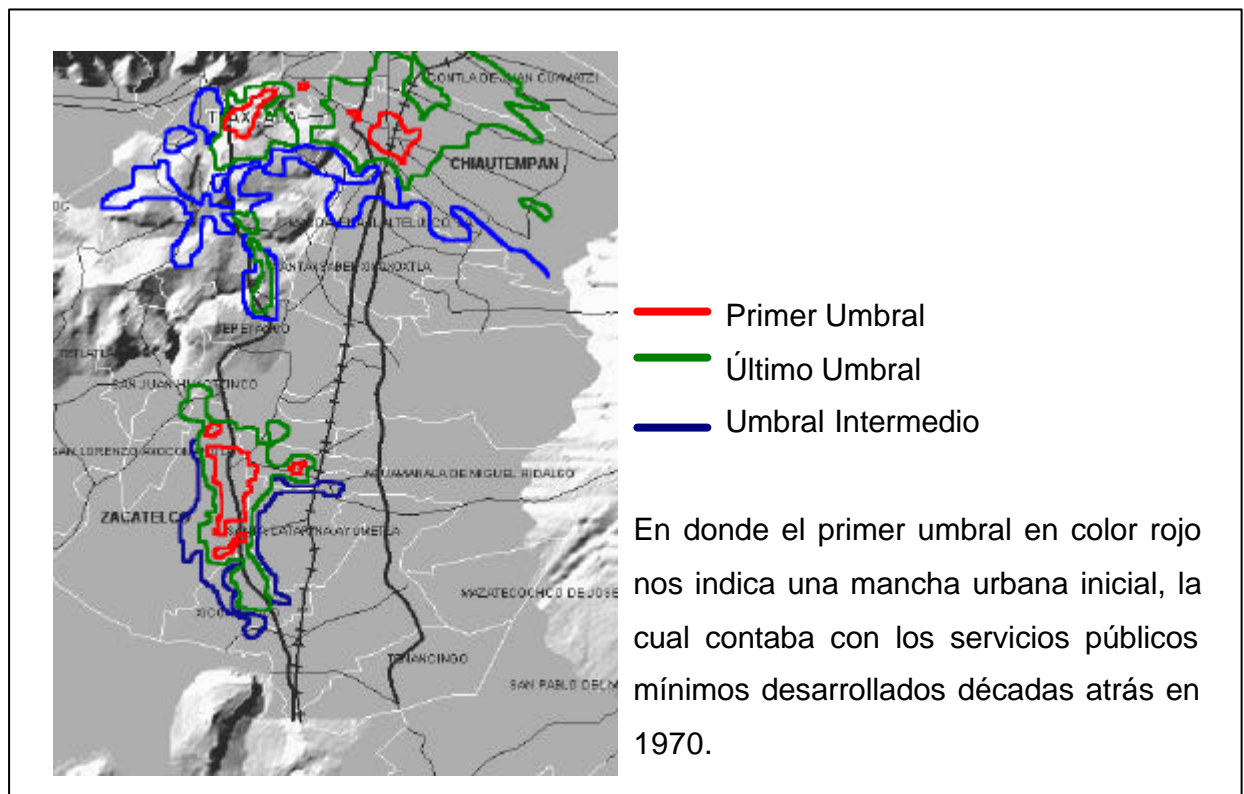
Lo que se sugiere con la aplicación del método de umbrales, es establecer los factores más importantes que son usualmente los siguientes: medio ambiente natural, medio ambiente construido, sistema de agua potable, sistema de drenaje, sistema de energía eléctrica, sistema vial y equipamiento primario.

De acuerdo con los factores mencionados, se tomaron para el desarrollo de esta investigación los sistemas de medio ambiente construido, agua potable, drenaje y energía eléctrica.

A continuación se localizaron, bajo la óptica metodológica de la teoría de umbrales, las barreras físicas naturales detectadas en las áreas de investigación determinadas de la siguiente manera:

Localización del primer y último umbral de los municipios de Tlaxcala, Chiautempan y Zacatelco. Y con ello, determinar estos umbrales basándonos en el crecimiento urbano durante las tres últimas décadas 1970-1980, 1980-1990 y 1990-2000. (Ver mapa 01, página 29)

Mapa 01 Umbrales rebasados en base en la mancha urbana histórica en los municipios de Tlaxcala, Chiautempan y Zacatelco.



Fuente: MAP-INFO, 2000. Mapinfo Professional, Geographic Information System, Microsoft Windows. Con una sobreposición de Luis Montiel.

Esta área inicial, en color rojo, se considera como un primer umbral donde se asentó el primer cuadro urbano que gozaba de servicios públicos. Estos servicios detonaron para la siguiente década de los 80 un nuevo y generoso crecimiento urbano, esto fue por obtener fácil y rápidamente los servicios, que en otras comunidades no se tenía. A este nuevo crecimiento lo consideraremos como el último umbral, que se representa arriba, en el mapa 2 con las líneas en color verde.

No obstante, el desarrollo urbano continúa observando una tendencia, que durante las décadas de los noventa y parte del dos mil sigue aún creciendo; esta vez desarrollándose en áreas con una topografía irregular, mermando la calidad de los

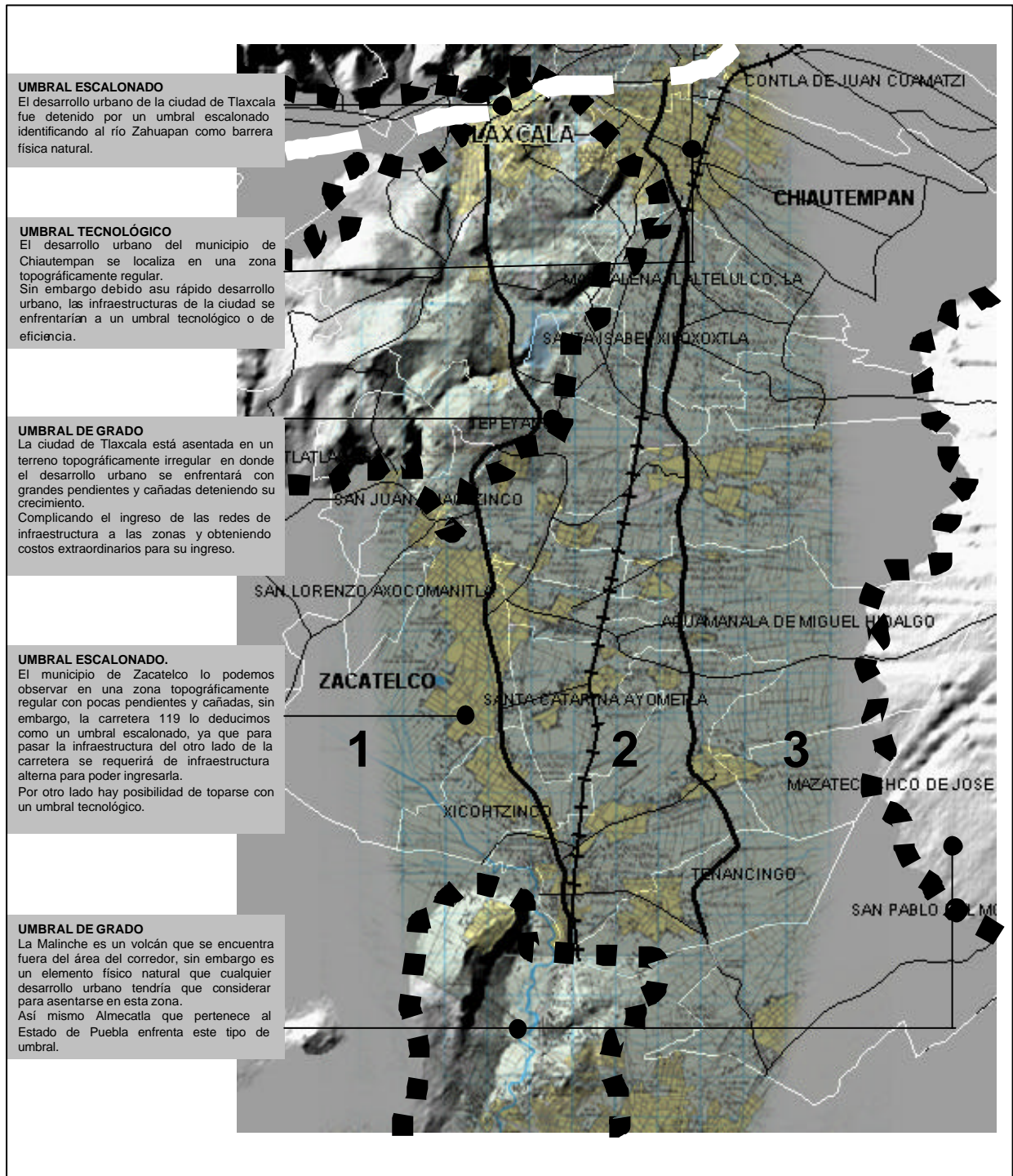
servicios públicos; a esta etapa la evaluaremos como un umbral intermedio representado arriba en el mapa 01 en color azul. Cabe aclarar, que estas zonas aún no están perfectamente consolidadas, ya que mantienen un uso de suelo agropecuario. Por otro lado, las pocas conglomeraciones habitacionales detectadas en esta zona están a gran distancia una de la otra, viviendo una transición rural-urbano³; es decir, la mayoría de estas conglomeraciones (asentamientos humanos) cuentan con un servicio restringido o están en espera de los servicios públicos básicos.

Los umbrales determinados anteriormente son de tipo espacial, ya que sólo se tomó como referencia el crecimiento urbano de décadas en investigación, lo cual constituye un umbral de cobertura en las redes básicas de infraestructura. Sin embargo, la forma que se observa de las manchas urbanas es relacionada principalmente a un patrón topográfico, es decir el diseño urbano no mantiene una forma caprichosa sino que se adapta al terreno, haciendo más fácil el ingreso de los servicios a las comunidades. Siendo estas barreras de tipo físico naturales, como pendientes, cañadas o grandes elevaciones, que determina n la dirección del crecimiento urbano.

El siguiente paso entonces será detectar estos umbrales físicos naturales a los que se deberá enfrentar el desarrollo urbano de cada municipio bajo esta misma lectura del primer y último umbral. (Ver mapa 03 en la página 31)

³ El fenómeno que se encuentra entre los límites de lo rural-urbano, ya sea en la construcción de las interacciones y significados, se haya en el concepto de “rurbia” que define estos espacios como “...zonas anteriormente rurales se que se sitúan a distancias y tiempos similares a las correspondientes a la metrópoli originaria, y forman parte del complejo espacial que alberga la actividad diaria de la región. Debido a ello este fenómeno denominado por algunos como ruburbia genera un territorio que no pertenece a las categorías de ciudad o pueblo. Según GANSA Manuel y otros (2001) “Ruburbia” Diccionario Matapolis de la Arquitectura avanzada, Barcelona, España.

Mapa 02. Umbrales físicos naturales detectados en el corredor urbano.



Fuente: INEGI. año 2000. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática. Con una imagen superpuesta de Luis Montiel.

Una vez detectadas las barreras físicas naturales en el área de estudio, cabe mencionar que la teoría de umbrales determina también barreras estructurales. Esto quiere decir que las construcciones hechas por el hombre, también funcionan como barreras físicas que impiden el desarrollo urbano.

Analizando este punto dentro del área de estudio, deducimos que los dos ejes carreteros funcionan de dos maneras yuxtapuestas. Primera, estas vías a lo largo de su recorrido alojan en sus laterales varias de las infraestructuras básicas que se requieren en una zona urbana. Por ejemplo la energía eléctrica en donde se detectaron torres estructurales en medio de estas así como en sus laterales. Ello origina su pronto ingreso en las localidades que requieren el servicio de esta infraestructura, de manera empírica podríamos inferir que los ejes funcionan como detonantes primarios para que se desarrollen nuevas comunidades a lo largo de estos ejes⁴.

Y segunda, si ponemos este mismo factor (ejes carreteros) desde la perspectiva de la teoría de umbrales, se deduce que estas vías funcionan como barreras físicas estructurales deteniendo y delimitando el desarrollo urbano. Lo cual quiere decir que si una comunidad urbana se desarrolla y requiere un área espacial del otro lado del eje vial se requerirá de una infraestructura secundaria que apoye el traslado de ésta para poder dotar al nuevo asentamiento humano.

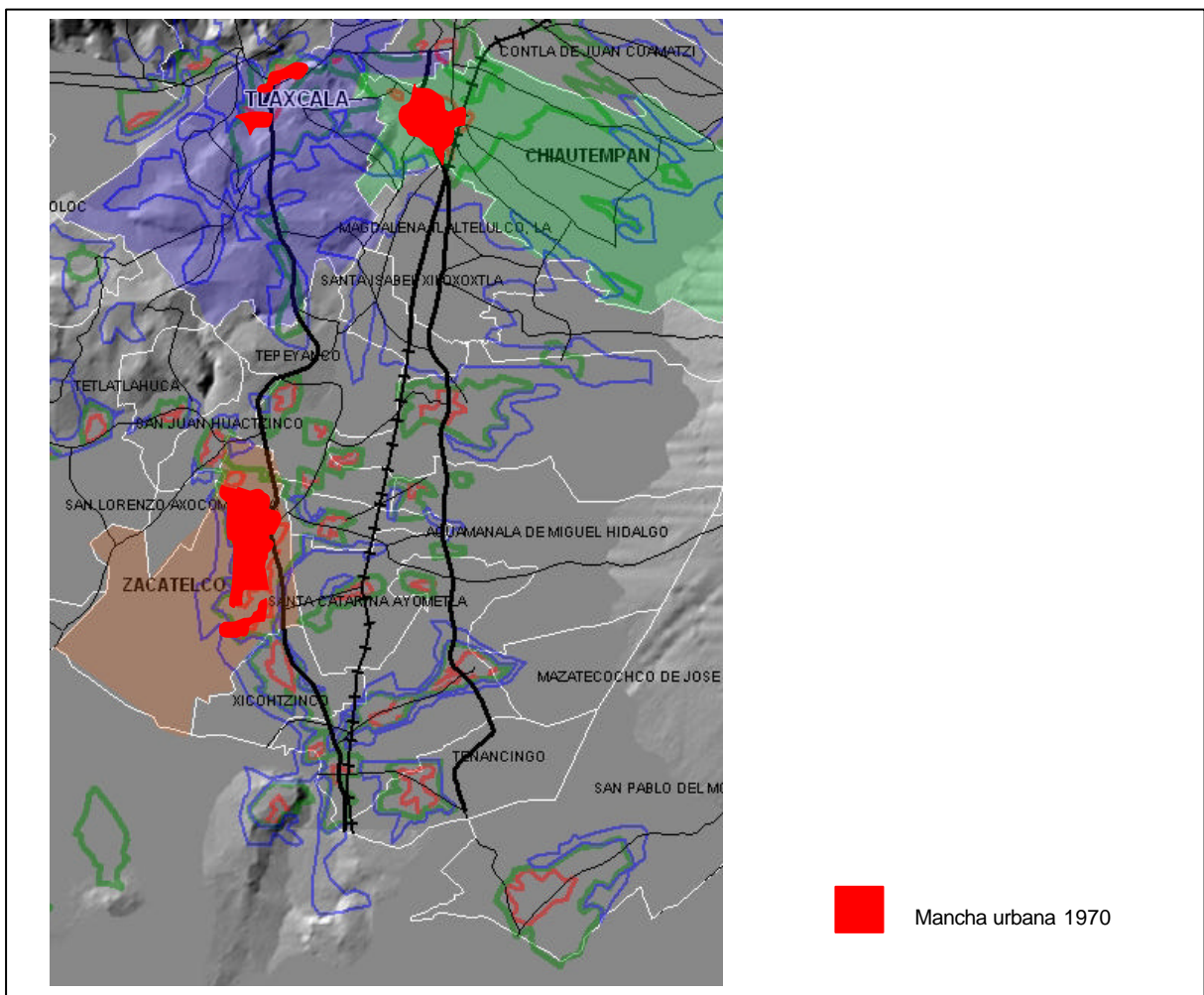
Así que, dentro del área de estudio deducimos que los ejes fragmentan el área en tres zonas, requiriendo en un futuro remontar estos umbrales estructurales localizados principalmente en los desarrollos urbanos, como lo es el municipio de Zacatelco. (Ver mapa 02 de umbrales físicos naturales página 31)

⁴ Nota: La teoría de los ejes de metropolización por el Dr. Oscar Terrazas en 1995 dentro del *Anuario de Estudios Urbanos de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco*, México, Distrito Federal. Menciona la siguiente interpretación del proceso de expansión de la metrópoli, en donde una serie de ejes de desarrollo, constituidos por los principales canales de comunicación de la ciudad hacia el exterior mantienen el sentido de la estructura de metrópoli en donde es común encontrar que estos ejes urbanos se constituyen en verdaderos canales de comunicación, a la manera de soportes viales, alojando a todo lo largo de su trazo, los servicios de transportación y las redes de infraestructura de agua potable, drenaje, energía eléctrica y telefonía, facilitando el desarrollo urbano.

1.3.4 Contexto de la zona de estudio.

Las redes básicas de infraestructura en el corredor urbano Tlaxcala-Santa Ana Chiautempan-Zacatelco han estado en constante evolución. En la década de 1970 la mayoría de las áreas en estudio se dedicaba a la agricultura. Las zonas que se consideraban como urbanas, eran solamente la ciudad de Tlaxcala, Chiautempan y Zacatelco que empezaba una transformación de rural a urbano. (Ver mapa siguiente)

Mapa 03. Áreas urbanas en la década de 1970.



Fuente: MAP-INFO, 2000. Mapinfo Professional, Geographic Information System, Microsoft Windows. Con una sobreposición de Luis Montiel.

Estos tres municipios son los que han sufrido considerablemente una transformación de rural-urbano; primero por ceder áreas de agricultura por centros urbanos industrializados y por otro lado, estas zonas tienen un valor cultural histórico que hoy en día se han convertido en centros turísticos.

Finalmente, el desarrollo acelerado de la industria textilera y de cerámica en el municipio de Chiautempan atrajo la inversión industrial en la zona exponiendo sus áreas urbanas.

Para la década 1990-2000 todos estos factores intervienen en el desarrollo industrial comercial y turístico que se ve reflejado en el incremento de la densidad de población en los municipios en estudio trayendo consigo la demanda de los servicios básicos como el agua potable, drenaje y energía eléctrica casi en un 100%.

Por otro lado, se van registrando nuevos asentamientos humanos a lo largo del corredor como parques industriales, zonas de viviendas planeadas e irregulares y sobre todo los comercios, que conviven con áreas dedicadas a la agricultura.

Los parques industriales, así como el comercio, son apoyados por las vías vehiculares brindándoles principalmente el traslado de sus mercancías aminorando el tiempo de entrega y asegurando la calidad de la carga, además de obtener el suministro de la materia prima proveniente de Veracruz, Puebla y Estado de México para el proceso de sus artículos. Cabe recordar que estas industrias requieren de las redes básicas de infraestructura para su óptimo funcionamiento.

El ingreso de la tecnología en la maquinaria y materiales que conforman las redes de infraestructura básica propician la expansión y mejora en la calidad del servicio, pero aún y con el ingreso de ésta se llega a rebasar su capacidad.

CAPITULO 2. DIAGNÓSTICO DE LAS REDES DE INFRAESTRUCTURA BÁSICA EN LAS DÉCADAS DE 1970 A 2000 EN EL ÁREA DEL CORREDOR URBANO.

El agua.

2.1.1 Cobertura de la red de agua potable en 1970.

La red de agua potable es una de las principales demandas que cualquier asentamiento humano requiere para su desarrollo, pero en algunas ocasiones las comunidades pueden carecer de ella.

El panorama que estaba presente en la década de 1970 acerca de la cobertura de red de agua potable en el área de estudio, a continuación se explica:

Los municipios de Xiloxotla, Tepeyanco, Quilehtla, Huactzingo, Teolocho, Acuananala y Tenancingo no contaban con el servicio o se encontraban en condiciones pésimas, en donde menos del 25% contaba con el abastecimiento.

Los municipios de Totolac, Apetatitlan, Chiautempan, Zacualpan, Tlaltelulco, Tetlanohcan, Axocomanitla, Zacatelco, Ayometla y Villa Vicente Guerrero, contaban con una cobertura muy mala, en un rango del 25 al 49.9%.

En la década de los 70, la cobertura en la ciudad de Tlaxcala y Xicohtzingo, era deficiente con un rango que iba del 50 al 74.9%. Finalmente los municipios que contaban con una cobertura suficiente (entre un rango del 75 y 89.9%) eran Papalotla y Mazatecochco (Ver plano 01 en la página 39).

Hay que considerar que la cobertura en esta década se desarrolla con base en las actividades realizadas en los sitios de estudio, sabiendo que en la mayoría de los municipios antes mencionados, el ingreso económico era a través de la agricultura.

Aquí, los propietarios contaban con grandes extensiones de tierra para su explotación agropecuaria, dando como origen a la descentralización de las viviendas y conjuntos habitacionales. En la década de los 70, los barrios de algunos de los municipios no rebasaban los mil habitantes.

La siguiente tabla muestra la población total en las décadas de 1970 al 2000 en cada una de las áreas en investigación:

Tabla 01. Población total en el Estado de Tlaxcala.

MUNICIPIO	POBLACION TOTAL				TASAS DE CRECIMIENTO			
	1970	1980	1990	2000	70-80	80-90	90-200	70-2000
Municipios	48,225,238	66,846,833	81,249,645	97,361,711	3.32	1.97	1.83	2.37
TLAXCALA	420,638	556,597	761,277	961,912	2.84	3.18	2.37	2.8
ACUAMANALA DE MIGUEL HIDALGO	3,830	5,463	6,989	4,349	3.62	2.49	-4.63	0.42
AMAXAC DE GUERRERO	4,837	4,725	6,192	7,669	-0.23	2.74	2.16	1.55
APETATITLAN DE ANTONIO CARVAJAL	3,707	6,072	8,990	11,790	5.06	4	2.75	3.93
CONTLA DE JUAN CUAMATZI	11,909	17,065	22,380	28,802	3.66	2.75	2.55	2.99
CHIAUTEMPAN	32,572	41,494	61,144	57,450	2.45	3.95	-0.62	1.91
MAGDALENA TLALTELULCO LA				13,688				
MAZATECOCHCO DE JOSÉ MA. MORELOS	4,235	5,171	6,320	8,368	2.02	2.03	2.85	2.3
PANOTLA	11,396	13,763	17,903	23,393	1.91	2.66	2.71	2.43
PAPALOTLA DE XICOTÉNCATL	8,806	12,201	17,222	22,292	3.31	3.51	2.61	3.14
SAN DAMIAN TEXOLOC				4,363				
SAN JERONIMO ZACUALPAN				3,239				
SAN JUAN HUACZINCO				5,521				
SAN LORENZO AXOCOMANITLA				4,380				
SAN PABLO DEL MONTE	20,198	29,908	40,917	54,357	4	3.18	2.88	3.36
SANTA CATARINA AYOMETLA				6,952				
SANTA CRUZ QUILEHTLA				4,884				
SANTA ISABEL XILOXOTLA				3,195				
TENANCINGO	5,734	6,727	9,749	10,209	1.61	3.78	0.46	1.94
TEOLOCHOLCO	7,353	8,552	13,693	17,061	1.52	4.82	2.22	2.85
TEPEYANCO	9,096	11,311	16,942	8,990	2.2	4.12	-6.14	-0.04
TETLA DE LA SOLIDARIDAD	7,000	8,491	15,429	21,736	1.95	6.15	3.49	3.85
TETLATLAHUCA	10,208	12,566	15,801	10,803	2.1	2.32	-3.73	0.19
TLAXCALA	21,808	35,384	50,492	73,184	4.96	3.62	3.78	4.12
TOTOLAC	7,498	9,041	15,200	16,701	1.89	5.33	0.95	2.71
XICOTZINCO	5,202	7,673	8,563	10,219	3.96	1.1	1.78	2.28
ZACATELCO	19,492	27,162	36,650	31,915	3.37	3.04	-1.37	1.66

Fuente: Dirección de Informática y Estadística. Unidad de Estadística; datos proporcionados por INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda, 2000

Analizando la tabla, se puede apreciar que de los censos de 1970 a 1980, algunos municipios no registran población; debido a que aún no se consideraban como

municipios independientes. Es por ello que el censo de población de 1970 a 1980 no los registra, pero el conteo de estos municipios se sumó a los más consolidados para dar una cifra general. Así mismo, se puede notar una variable más, que indica que, durante la década de 1970, Chiautempan era la que contaba con una población mayor que la ciudad de Tlaxcala. Lo deducimos empíricamente, por la gran cantidad de industrias textiles asentadas en el municipio de Chiautempan, que detonaron una explotación demográfica por la fuente económica que brindaba. Por otro lado, para el caso de la ciudad de Tlaxcala, aunque es la capital, siempre mantuvo una trayectoria turística; restringiendo en cierta forma el ingreso económico en familias de bajos recursos.

En el caso del municipio de Zacatelco, apenas despuntaba como una zona industrial. Sin embargo, durante la década de los 70, se podía observar cómo el uso de suelo era mixto; donde las viviendas, comercio e industria convivían en las mismas zonas.

A pesar de lo anterior, durante la década del 2000 se ve un cambio radical, donde se puede observar que hay una sobre explotación demográfica. Actualmente en la ciudad de Tlaxcala, esta variable la deducimos por la concentración de las Secretarías gubernamentales y comerciales del Estado que causaron fuentes de trabajo tanto alterno como el administrativo y de negociación. Es aquí donde se empieza a notar el cambio de roles de una economía basada en la agricultura para ser hoy en día, una fuente económica industrial.

Esta variable nos da pauta para afirmar cómo estos municipios, han estado en constante evolución urbana para poder brindar estos nuevos usos en el desarrollo económico industrial de las zonas; siendo ésta cada vez más fuerte, desplazando al sector agropecuario.

Por otro lado; otra variable importante a destacar es, la de los ejes carreteros durante la década de los 70. La vía corta o carretera 121, no se había construido en su totalidad, detectándose tramos aún no pavimentados en su extensión, por tal motivo la densidad

de población en toda el área es casi nula. Reflejada en la tabla de población antes expuesta, así como en la imagen de las áreas urbanas en la década de 1970 (ver mapa 04 áreas urbanas en la década de 1970 en la página 33).

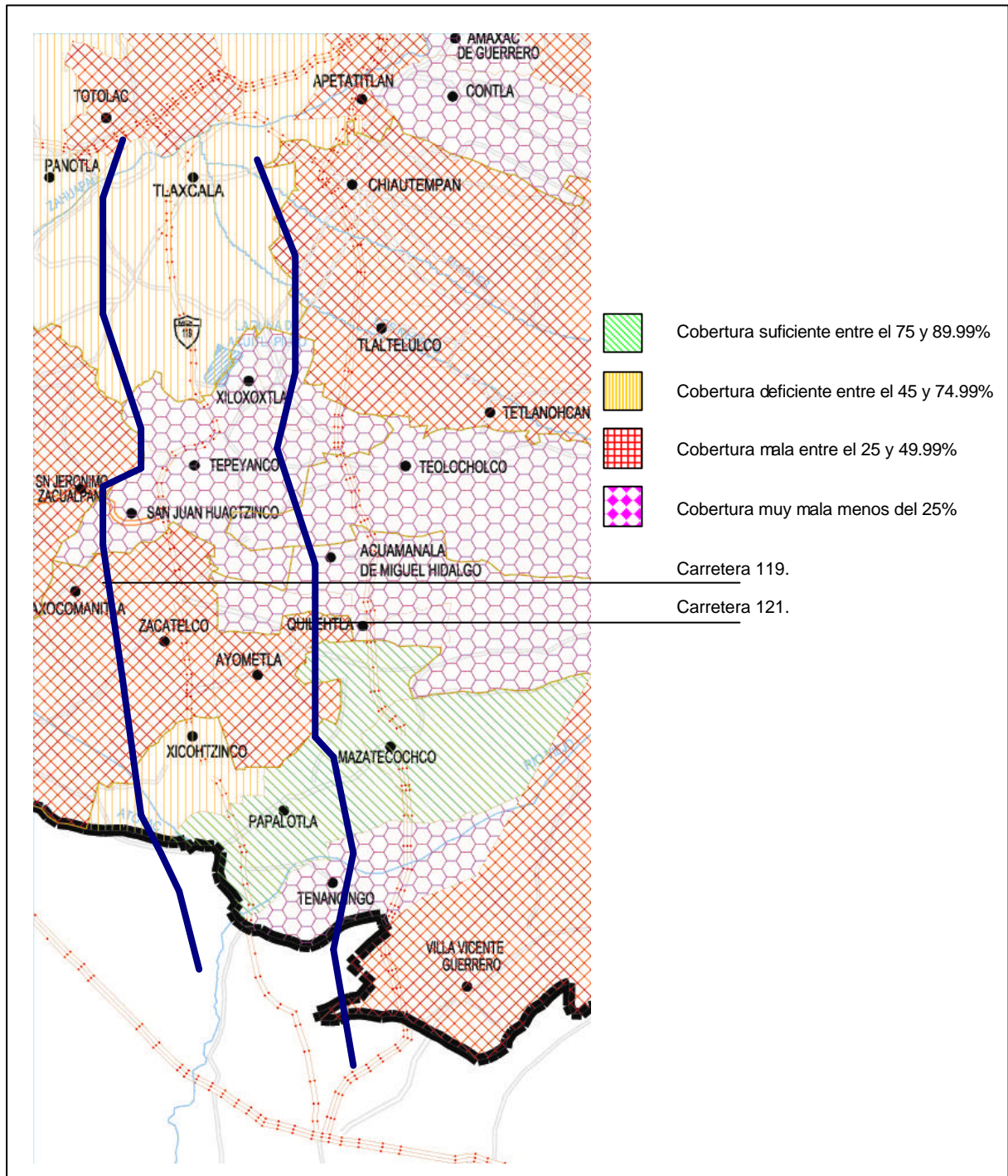
Ahora bien, la cobertura de las redes durante esta década las deducimos empíricamente de la siguiente manera:

La carretera 119 o carretera vieja, absorbe todo el proceso de urbanización rural-urbano a lo largo de toda la vía, ya que comunicaba a la ciudad de Puebla con la de Tlaxcala, trayendo consigo su pronta densificación e incrementando la demanda de las redes de infraestructura básica.

Finalmente, la vía férrea mantenía una cierta jerarquía en el transporte terrestre. Sin embargo, la falta de una vía lateral que ayudara tanto al transporte secundario como automóviles, provocó la no densificación de nuevos asentamientos humanos en su trayectoria total dentro del corredor urbano. Lo cual, trajo un beneficio al no desarticular las redes básicas de infraestructura.

El siguiente plano (cobertura de agua potable en 1970), nos muestra la cobertura que se tenía en el área de estudio en cuanto a la red de agua potable en la década de los 70; reforzando lo dicho anteriormente sobre las áreas urbanizadas detectadas en dicha década y su relación con la vía 119.

Plano 01. Cobertura de agua potable en 1970.



FUENTE: SECODUVI, 2003. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial. Estado de Tlaxcala, Secretaría de Obras Públicas Desarrollo Urbano y Vivienda, Gobierno del Estado de Tlaxcala.

Como se puede apreciar en plano 01, la red de agua potable específicamente en los municipios de Tlaxcala, Chiautempan y Zacatelco se aprecia un rango bajo, debido a que la población se dedicaba aún a la agricultura teniendo grandes extensiones de tierra para cultivarlas. Por otro lado, las pocas aglomeraciones habitacionales reflejadas en la zona, además de separadas, representaban cifras mínimas de servicio con respecto al área territorial.

Así, todo el proceso de urbanización se refleja principalmente sobre la carretera 119, donde deducimos empíricamente que se mantenía un mayor flujo de interacción entre las zonas a lo largo de toda la vía.

Esto quiere decir, que la transición rural-urbano que se desarrollo en las laterales de la carretera 119 fue incrementándose debido a la concentración de actividades industriales y habitacionales que se asentaron a lo largo del corredor urbano. Por lo que, parece ser que estas vías vehiculares fomentaron los grandes asentamientos humanos que beneficiaron en su momento a la localidad facilitando el traslado de personas y comercio.

Se dio origen entonces, al fortalecimiento industrial, pero desplazando la actividad primaria que por años se venía practicando en las localidades (la agricultura), la cual se movió a un nivel secundario. Actualmente, la Industria es la fuente económica principal de las familias de Tlaxcala, transformando la zona en nuevos desarrollos urbanos que permiten el desplazamiento de mercancía y de personas.

2.1.2 Cobertura de la red de agua potable en el 2000.

El desarrollo de esta red durante la década del 2000 es mejorada en cuanto a su cobertura y servicio. Sin embargo, el acelerado crecimiento urbano en la zona ha rebasado una vez más el requerimiento del servicio.

Se deduce entonces que, esta mejora en la red de agua potable es efecto de la transformación que sufrieron las zonas al ser parte de la urbanización en la localidad reduciendo las áreas agropecuarias; fomentando una vez más la construcción de nuevas viviendas e industria.

Hoy día, algunos municipios todavía mantienen un porcentaje bajo, indicando áreas de mejora en el servicio, como lo son Huactzinco y Tetlatlahuaca que mantienen menos del 76.8% de cobertura. Se sabe que estos municipios aún están en transición rural-urbano⁵ porque aún mantienen la actividad agropecuaria como modus vivendi; que impide su rápido crecimiento urbano. La siguiente tabla nos muestra la cobertura de los 26 municipios que conforman la delimitación del área.

Tabla 02. Cobertura de agua potable por municipio.

DESCRIPCION		COBERTURA
CLAVE	MUNICIPIO	AGUA POTABLE
		%
1	ACUAMANALA	97.34
2	AMAXAC	78.23
3	APETATITLAN	94.53
4	AXOCOMANITLA	80.34
5	AYOMETLA	96.57
6	CHIAUTEMPAN	92.44
7	CONTLA	91.35
8	HUACTZINCO	59.70
9	QUILEHTLA	95.63
10	MAZATECOCHCO	93.98
11	PANOTLA	84.90
12	PAPALOTLA	94.60
13	SAN PABLO DEL MONTE	80.02
14	TENANCINGO	81.25
15	TEOLOCHOLCO	93.30
16	TEPEYANCO	84.17
17	TETLA	92.74
18	TETLATLAHUCA	76.88
19	TEXOLOC	95.24
20	TLALTELULCO	84.77
21	TLAXCALA	94.80
22	TOTOLAC	95.30
23	XICOMTIZINCO	90.11
24	XILOXOTLA	79.48
25	ZACATELCO	91.34
26	ZACUALPAN	83.51

Fuente: Dirección de Agua potable y saneamiento SECODUVI. año 2005.

⁵ Véase o léase en la nota número 3 sobre rural-urbano.

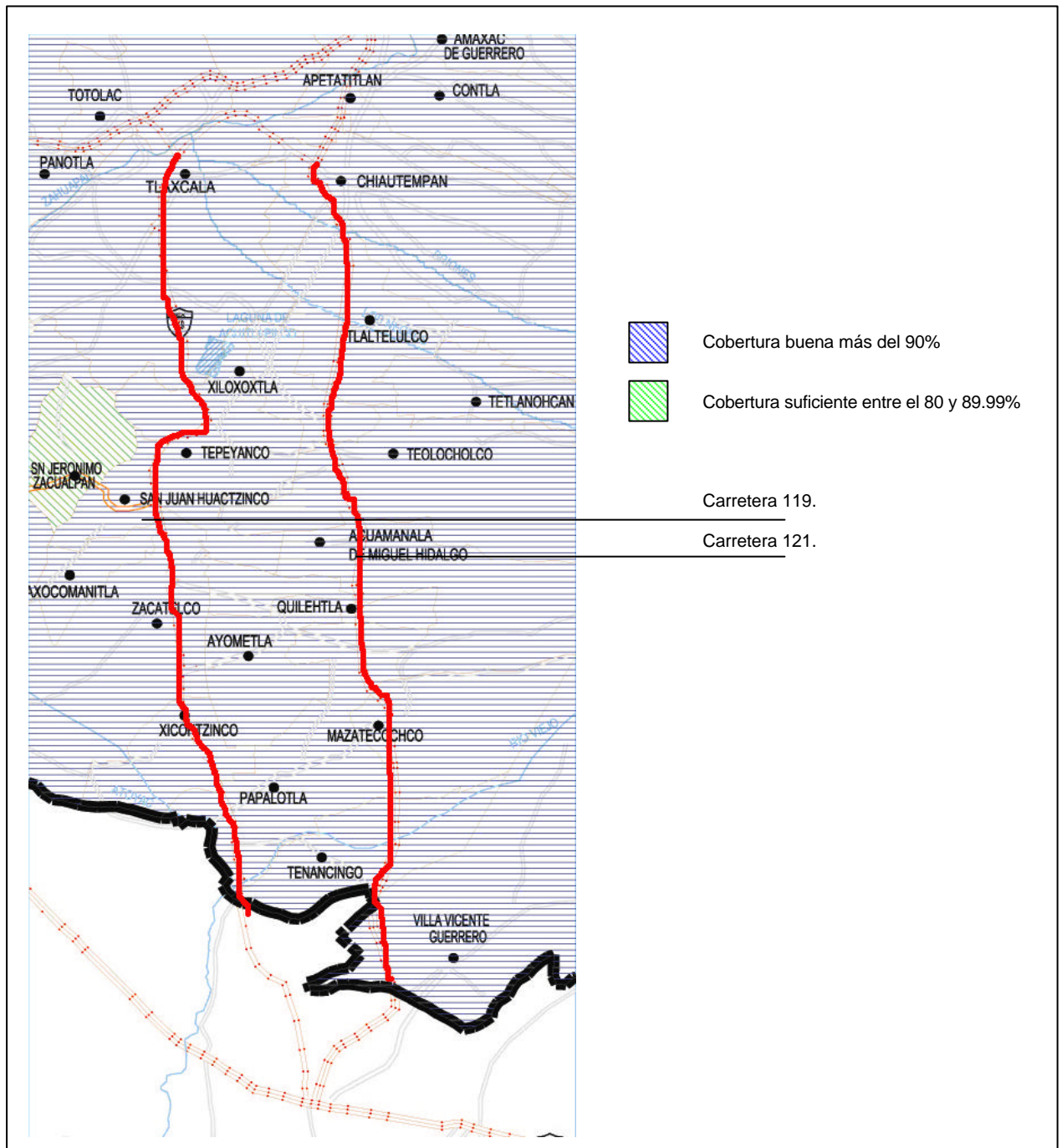
Como se puede apreciar en la tabla de cobertura de agua potable por municipio, tanto la Ciudad de Tlaxcala, como los municipios de Chiautempan y Zacatelco, cuentan con un porcentaje favorable en cuanto a esta red, gracias a los grandes asentamientos habitacionales, comerciales e industriales que requieren del servicio. Los demás municipios, hasta cierto punto, mejoran en porcentaje de cobertura; esto es, por ser zonas muy pequeñas que alojan sólo a unidades habitacionales y rancherías.

En el caso de los municipios de Huactzinco y Tetlatlahuaca, son los que menor nivel de cobertura presentan, comparado con los municipios restantes de la tabla 02; debido al uso de suelo ejidal que presentan estos municipios dedicados a la agricultura. Por tal motivo, presentan dispersión en sus viviendas por las grandes extensiones de tierra con las que cuenta el propietario permitiendo así, la fragmentación urbana.

El caso de Huactzinco, registra 948 casas, de las cuales solamente 566 tienen el servicio de agua potable entubada hasta su predio; obteniendo como resultado un porcentaje medio en el suministro de este líquido. Para el caso de Tetlatlahuaca, de las 2172 casas, solo 1670 cuentan con red de agua potable (INEGI. 2000) encontrando un porcentaje bajo en el suministro de dicho servicio. (Ver plano cobertura de agua potable en la década del 2000 en la página 43).

Finalmente, hoy en día se encuentra una amplia cobertura a lo largo del corredor urbano. Sin embargo, aún se manifiestan municipios en transición que en el futuro requerirán de esta red de infraestructura básica. Además, se manifestará en algunas localidades un déficit del servicio de la red de agua potable, debido a que el umbral de eficiencia será rebasado principalmente por el gran número de asentamientos humanos (habitacionales, comerciales e industriales) en cada uno de estos municipios. Este punto se describirá de manera más explícita en uno de los temas desarrollados en esta tesis.

Plano 02. Cobertura de agua potable en la década del 2000.

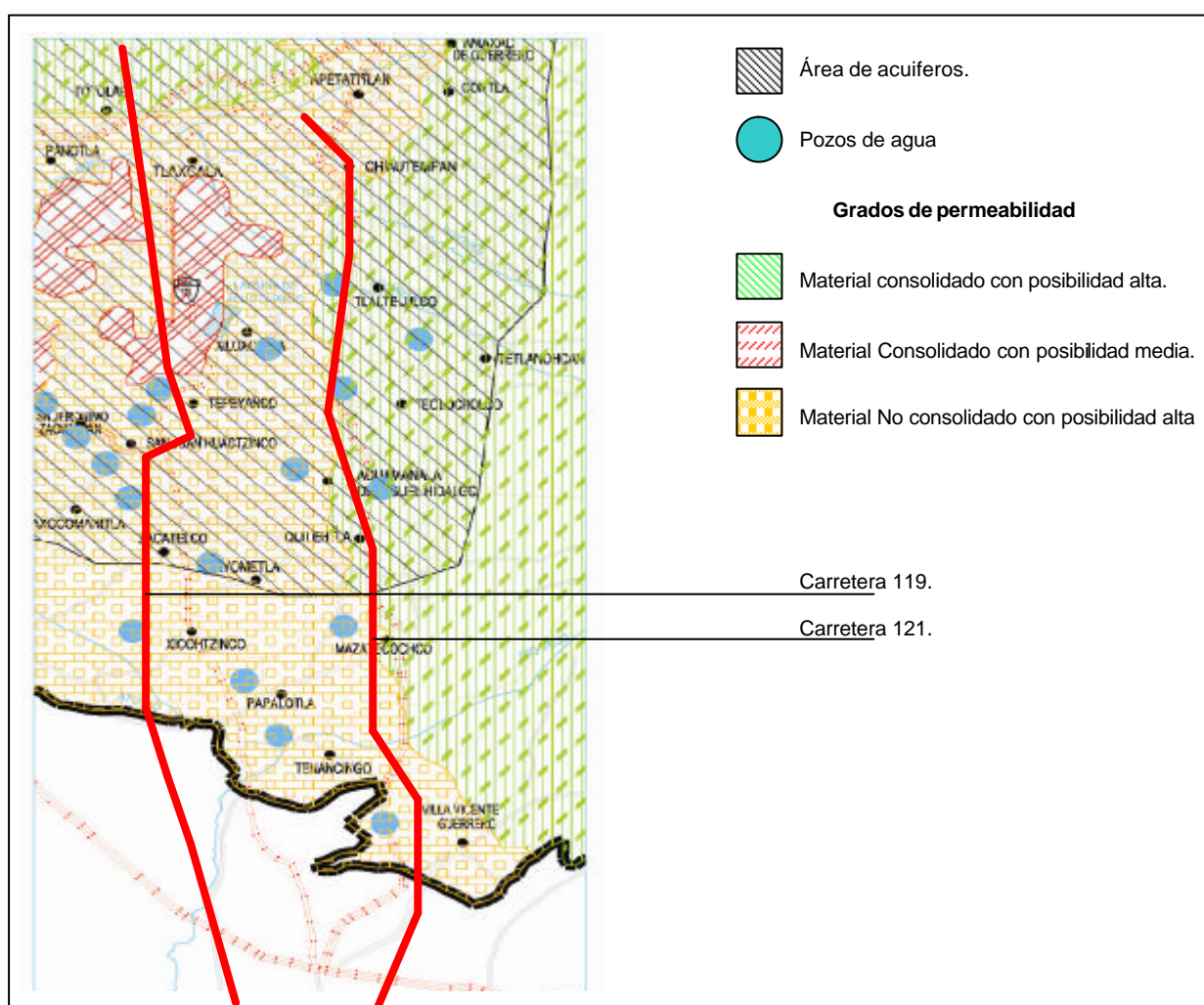


FUENTE: SECODUVI, 2003. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial. Estado de Tlaxcala, Secretaría de Obras Públicas Desarrollo Urbano y Vivienda, Gobierno del Estado de Tlaxcala.

2.1.3 Localización de pozos de agua potable en el área de estudio.

Es importante mencionar que en la mayoría de los municipios, la extracción del líquido es por medio de pozos profundos y manantiales. (REYES, Gilberto, 2005). El siguiente plano muestra la ubicación de principales pozos en explotación así como los grados de permeabilidad en la zona. (Ver siguiente plano de ubicación de pozos de agua potable)

Plano 03. Ubicación de pozos de agua potable.



FUENTE: SECODUVI, 2003. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial. Estado de Tlaxcala, Secretaría de Obras Públicas Desarrollo Urbano y Vivienda. Gobierno del Estado de Tlaxcala

Se entiende entonces que, la extracción del líquido en casi el 90% del área de estudio se realiza de la manera mencionada, por no contar con lagunas o presas en la zona o en un perímetro cercano; siendo las presas existentes en el Estado, para fines de irrigación agrícola que cuentan con quince almacenamientos de agua, que controlan el flujo del líquido mediante presas, las cuales por gravedad, riegan los suelos tlaxcaltecas en diferentes direcciones. Estos cuerpos de agua se convierten en importantes elementos para apoyar las actividades agropecuarias. (SAOP, 2005).

Entre ellas sobresalen: la presa de San José Atlanga, ubicada en el municipio de Atlangatepec con una capacidad de 54,430,000 m³, que permite una irrigación de 2,600 hectáreas (Dirección de Informática y Estadística. Unidad de Estadística; datos proporcionados por INEGI.1986. Síntesis Geográfica de Tlaxcala); las presas de Mariano Matamoros, Cárdenas y San Fernando, ubicadas en los municipios de Ixtacuixtla, Lázaro Cárdenas y Hueyotlipan que tienen las capacidades de 5,400,000, 3,000,000 y 2,700,000 m³ respectivamente. Beneficiando en conjunto a 1,290 hectáreas.

Existen 7 presas más que rebasan el millón de metros cúbicos de capacidad de almacenado de agua por cada una, ubicadas todas ellas en la parte norte y poniente de la entidad, que conforman un soporte para actividades económicas de sus zonas de influencia. En total, se identifican 15 presas en el Estado, con capacidad para almacenar más de 78 millones de metros cúbicos de agua. El líquido beneficia mediante el riego, a una superficie cercana a las 5,025 hectáreas.

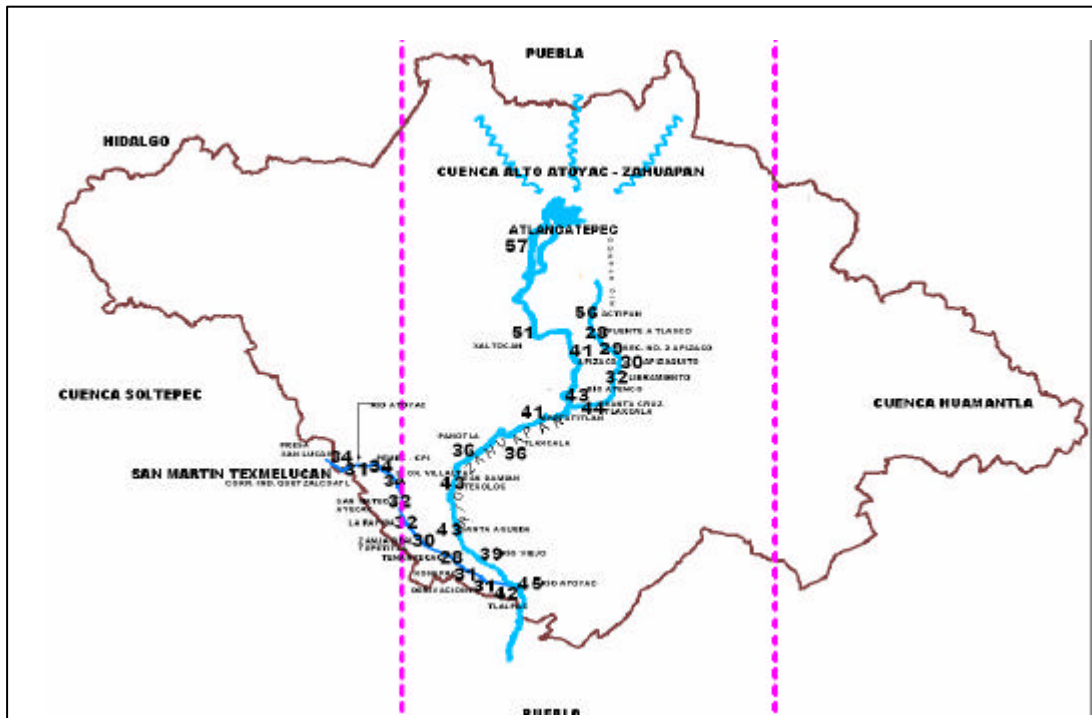
No obstante, estas fuentes de agua se encuentran muy lejos de la zona de estudio, haciendo imposible la dotación al sector humano.

2.1.4 Cuenca hidrológica Alto Atoyac-Zahuapan.

El Estado de Tlaxcala cuenta con una de las principales cuencas hidrológicas de toda la república mexicana la Altoayac-Zahuapan, que atraviesa al Estado de Tlaxcala de norte a sur. Lamentablemente, el líquido de esta cuenca no cumple los estándares de consumo humano, debido a que en la mayoría de su recorrido se encuentran líneas de aguas residuales de zonas habitacionales e industriales conectadas a él. En algunos casos ocasionales, se tiene un tratamiento previo antes de ingresar a la cuenca, pero en otros no se tiene, ocasionando así, la contaminación del agua, tierra y aire.

En la siguiente imagen de la cuenca Alto Atoyac – Zahuapan, se observa el nacimiento de ésta y su trayectoria iniciando en la parte norte del Estado, atravesándolo hacia el sur; desembocando sus aguas en el norte de Puebla.

Mapa 04. Cuenca Alto Atoyac – Zahuapan.



Fuente: SECODUVI. Secretaría de Obras Públicas Desarrollo Urbano y Vivienda 2005. Dirección de desarrollo Urbano de Tlaxcala .

Los números expuestos en la imagen anterior indican específicamente los índices de calidad de agua, en donde se puede observar, el nacimiento de la cuenca Alto Atoyac-Zahuapan. Inicia con una calidad en el agua del 57 por ciento de moléculas nocivas, moléculas que son incorporadas a la cuenca por los escurrimientos naturales y pequeños arroyos que alimentan la cuenca, mismos que, durante su recorrido encuentran residuos principalmente de basura orgánica e inorgánica; además de ser incorporados los desagües de algunas viviendas en la región, que ocasionan la contaminación del líquido.

Más adelante, en la parte central y sur del recorrido de la cuenca, se detecta un alto nivel de contaminación que se le suma al ya expuesto anteriormente, lo cual se deduce empíricamente, debido a los grandes desarrollos urbanos que se detectan en la zona, que requieren desalojar las aguas negras. Lo más preocupante es que la totalidad del agua residual no pasa por un tratamiento previamente. Si a esto, se le suman las industrias que trabajan con elementos químicos que están alojadas en esta misma área (que se encuentran concentradas en grandes parques industriales como por ejemplo el parque industrial de Panzacola) se pone en riesgo tanto la zona en donde se establecen como toda la trayectoria que realiza el río contaminando todo a su paso.

Al final del recorrido de la cuenca por el Estado de Tlaxcala, observamos que el porcentaje de contaminación del agua empeora, gracias a que se entrega el agua al Estado de Puebla con el 42 por ciento de moléculas nocivas, como índice. Esto quiere decir que, dichos caudales sólo conducen lodos putrefactos e infecciosos.

Las autoridades del Estado han puesto en marcha una estrategia para el rescate de la cuenca, que consiste básicamente en la limpieza de la zona en donde nace, aprovechando el líquido para el riego agrícola de la zona; sin embargo su objetivo es obtener la calidad óptima para consumo humano.

Drenaje.

2.2.1 Cobertura de la red de drenaje en 1970.

En cuanto a la red de drenaje en la década de 1970, el servicio tenía el escenario que se muestra en el plano 04 (cobertura de la red de alcantarillado en el año de 1970 en la página 49). La cobertura que se registró en los municipios de Xiloxotla, Teolocho, Tepeyanco, Huactzingo, Acuamanala, Zacatelco, Quileh, Ayometla, Xicohtzinco, Tenancingo y Villa Vicente Guerrero, tenían una muy mala cobertura, menos del 25% en sus áreas.

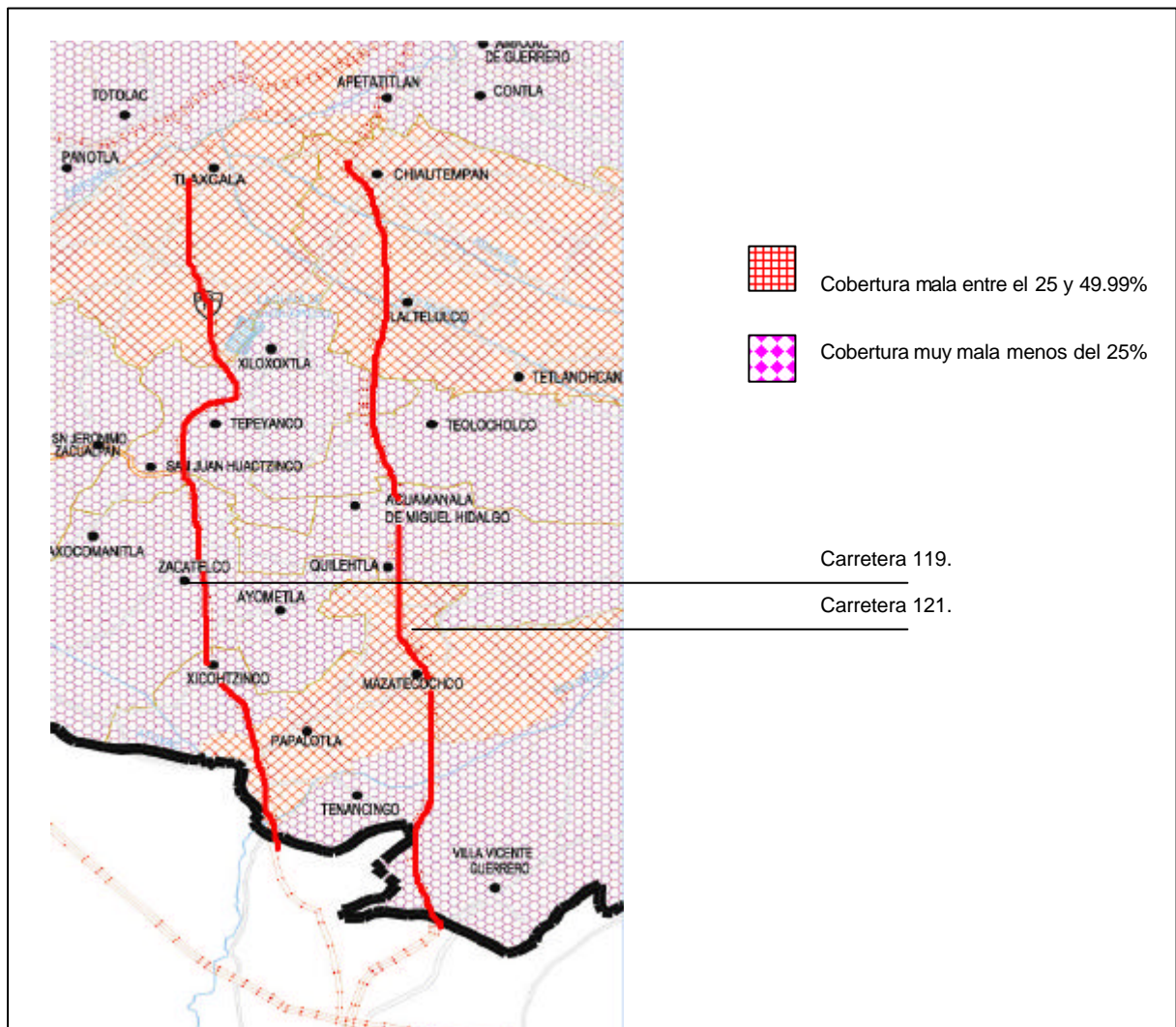
Sabemos que la mayoría de los municipios en estudio durante esta década se dedicaba a la agricultura, además de tener un índice bajo de población, razón por la cual se deduce que estas áreas de asentamientos humanos no son consideradas zonas urbanas. Es por ello que, el índice de una baja cobertura de la red de alcantarillado en esta área.

Sin embargo, estas zonas rural urbana, recurría a las fosas sépticas para el desalojo de las aguas residuales, encontrando así, el mismo mecanismo en casi todos los municipios en estudio o en el mejor de los casos se dirigía esta agua residual a una grieta y cañada más próxima.

Por otro lado, el problema empeoró cuando estas consolidaciones humanas alojaron una gran cantidad de población humana y dejaron de ser rurales para convertirse en áreas urbanas, requiriendo de una red de drenaje que pudiera desalojar las aguas residuales que se generan. El factor indicado anteriormente identificó, que durante la década de los 70, la ciudad de Tlaxcala más los municipios de Chiautempan, Zacatelco y Tlaltelulco, mostraron un porcentaje bajo, entre el 25 y 49.9% de cobertura en estas zonas urbanas.

El rápido desarrollo urbano que mostró la zona fue provocado principalmente por la concentración de actividades industriales durante la década de 1970. Por otro lado, se empezó a desplazar la principal fuente económica (el cultivo), obligando así a los propietarios a vender sus parcelas, donde fueron edificadas naves industriales y unidades habitacionales convirtiendo así, un uso de suelo mixto y fomentando la creación de áreas de transición rural urbano que solicitaron el ingreso de los servicios públicos. El siguiente plano nos muestra la cobertura de drenaje en las zonas de investigación.

Plano 04. Cobertura de la red de alcantarillado en el año de 1970.



FUENTE: SECODUVI, 2003. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial. Estado de Tlaxcala, Secretaría de Obras Públicas Desarrollo Urbano y Vivienda, Gobierno del Estado de Tlaxcala.

En la imagen anterior, se puede identificar que toda la parte norte del área en estudio mantenía un porcentaje negativo en cuanto a cobertura de la red de drenaje. Así mismo, se localizan los centros urbanos de la Ciudad de Tlaxcala y del municipio de Chiautempan, considerados como en la década de los 70. Cabe aclarar que aunque se consideraban como zonas urbanas, estaban en plena transición rural-urbano.

En cuanto a la zona central del área en donde se localiza Zacatelco, el escenario es totalmente diferente; identificando un servicio deficiente y en el peor de los casos carente del mismo. Hicimos entonces, nuevamente que la causa de este porcentaje bajo es debido a que las zonas registraban un nivel de población mínimo, encontrando asentamientos humanos alejados los unos de los otros formados por rancherías, donde su fuente económica es basada en la agricultura.

2.2.2 Cobertura de la red de drenaje en el 2000.

El acelerado desarrollo urbano percibido en el área de investigación durante la década del 2000, ha propiciado la solicitud excesiva del servicio de la red de drenaje, la cual se ha enfrentando a desarticulaciones, pero sobretudo a las barreras físicas naturales impidiendo así, su ingreso que repercute en el crecimiento urbano.

Aunque el escenario encontrado no es muy alentador, aún falta mejorarlo debido a que en algunas zonas se identificó una red con déficit y en el peor de los casos la carencia de la misma. Por otro lado, el uso mixto en dicha red, hace que no se pueda reutilizar el agua para otras actividades como el riego de hortalizas; es decir, el drenaje conduce a las aguas negras, grises y químicas que desalojan las zonas urbanas (habitacionales, comercial e industrial) haciendo imposible la reutilización, acción que ocasiona una total y severa contaminación del agua.

Por otro lado, el déficit tecnológico con que cuenta hoy en día la red de drenaje municipal y estatal, es de gran cuidado ya que no se ha podido implementar un sistema

en donde, al menos se cuente con dos drenajes que dirijan dos tipos de aguas: las residuales (desechadas por industrias, comercios y habitacionales) y las grises (desechadas particularmente por las zonas habitacionales y comerciales) lo que reduciría en gran parte, la contaminación del agua y sobre todo la extracción de la misma al ser reutilizada, porque lamentablemente aún en esta década del año 2000 se sigue incorporando el mismo procedimiento tecnológico y funcional para el desarrollo de las redes de alcantarillado.

Se puede percibir a simple vista, esta red de drenaje que cuenta con un gran atraso tecnológico; simplemente dentro del área en estudio, se detectaron durante el recorrido en el sitio coladeras principales del la red de drenaje en calles no pavimentadas, teniendo como consecuencia la obstrucción de la red por la gran cantidad de tierra que entra durante la temporada de lluvias.

La captación de aguas residuales en zonas donde el uso del suelo es mixto (industria, comercio y las áreas de vivienda), la red de drenaje soporta desalojos generales de estas zonas siendo así terriblemente contaminada.

A continuación la siguiente tabla nos muestra el porcentaje de cobertura de la red de alcantarillado durante la década del 2000 de los municipios en estudio.

Tabla 03. Cobertura de la Red de drenaje en la década del 2000

CLAVE	DESCRIPCIÓN MUNICIPIO	COBERTURA
		ALCANTARILLADO
		%
1	ACUAMANALA	82.70
2	AMAXAC	87.25
3	APETATITLAN	88.17
4	AXOCOMANITLA	92.23
5	AYOMETLA	82.15
6	CHIAUTEMPAN	88.78
7	CONTLA	71.13
8	HHUACTZINCO	85.29
9	QUILEHTLA	79.62

10	MAZATECOCHCO	85.35
11	PANOTLA	70.82
12	PAPALOTLA	89.08
13	SAN PABLO DEL MONTE	84.75
14	TENANCINGO	88.16
15	TEOLOCHOLCO	81.39
16	TEPEYANCO	87.52
17	TETLA	74.40
18	TETLATLAHUCA	74.95
19	TEXOLOC	82.19
20	TLALTTELULCO	54.09
21	TLAXCALA	92.56
22	TOTOLAC	88.35
23	XICOHTZINCO	91.48
24	XILOXOXTLA	73.08
25	ZACATELCO	89.05
26	ZACUALPAN	76.02

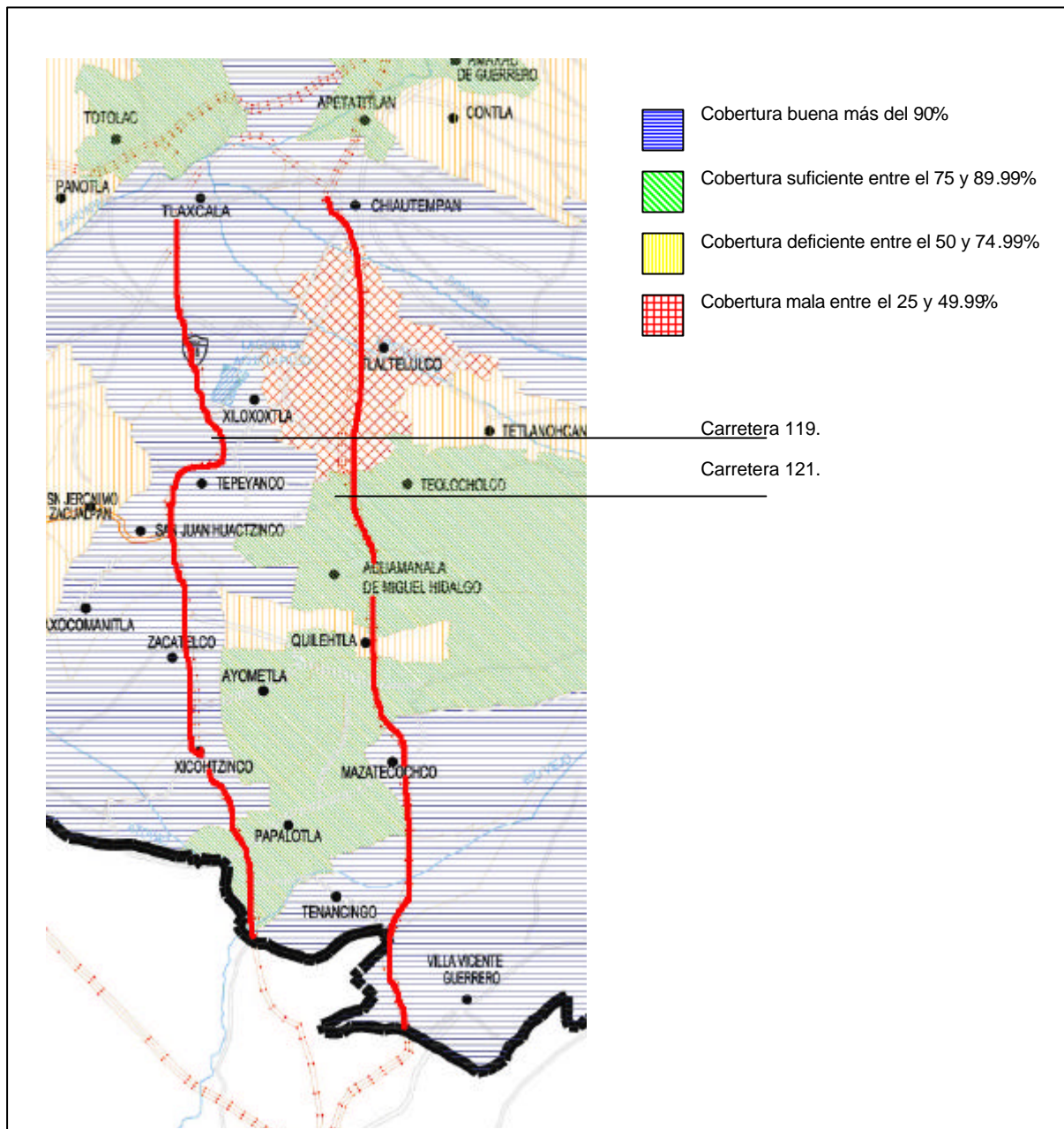
Fuente: Dirección de Agua potable y saneamiento SECODUVI. Año 2005.

En la tabla, analizamos cómo los municipios Chiautempan, Tlaxcala y Zacatelco son los que conservan una alta demanda en el servicio. Se refleja un porcentaje favorable en cuanto a la cobertura de esta red. Sin embargo, se localizó en esta misma fuente el municipio de Tlaltelulco, con un porcentaje muy bajo de servicio del 54.09%, de cobertura. Siendo que cuenta con 2391 casas, de las cuales sólo 1288 cuentan con drenaje (INEGI, 2000). Cifra que, aproximadamente es la mitad de las viviendas que cuentan con el servicio; la otra mitad, se localizan en zonas dedicadas a la agricultura donde los terrenos son muy extensos y adquieren el líquido por medio de pozos hechos por los propietarios.

Durante la década del 2000, se puede apreciar en esta red una mejora en cuanto a su cobertura, incorporando plantas tratadoras de agua en varias comunidades. Sin embargo, aún en el municipio de Zacatelco, no se cuenta con una planta tratadora de aguas residuales, lo que origina el desalojo de las aguas residuales a través de grietas y cañadas naturales en el sitio.

Reforzando gráficamente la tabla anterior, se muestra el siguiente mapa sobre la cobertura de la red de alcantarillado en la década del 2000.

Plano 05. Cobertura de la red de drenaje en el año 2000



FUENTE: Programa de Ordenamiento Territorial (PEOT) de Tlaxcala con base en el Censo General de Población y Vivienda. Preliminares del 2000. Proyección según comportamiento histórico 1970-2000.

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales con los que cuenta el Estado, no han podido lograr un adecuado trabajo que permita contar con cuerpos de agua

aprovechables (tratadas), ya sea para consumo agrícola o humano, fuera de riesgo. Debido a un número mínimo de plantas tratadoras de agua que registra el Estado y por otro, el mal funcionamiento de estas al encontrar algunas plantas de tratamiento fuera de servicio y otras, por no contar con el mantenimiento preventivo requerido para su óptimo funcionamiento. (CRUZ, Inés, 2004).

La siguiente tabla (04), nos muestra el porcentaje de tratamiento de aguas negras, en los diferentes municipios por donde atraviesa el corredor urbano. Estos porcentajes engloban los diferentes sistemas de tratamiento de agua como son: pantanos artificiales, lagunas, reactores anaerobios, filtros, entre otros, que operan actualmente en el Estado.

Tabla 04. Porcentaje de tratamiento de aguas residuales en el 2004.

DESCRIPCION		COBERTURA
CLAVE	MUNICIPIO	SANEAMIENTO
		%
1	ACUAMANALA	0.00
2	AMAXAC	0.00
3	APETITITLAN	100.00
4	AXOCOMANITLA	80.00
5	AYOMETLA	70.00
6	CHIAUTEMPAN	100.00
7	CONTLA	40.00
8	HHUACTZINCO	80.00
9	QUILEHTLA	100.00
10	MAZATECOCHCO	90.00
11	PANOTLA	80.00
12	PAPALOTLA	0.00
13	SAN PABLO DEL MONTE	0.00
14	TENANCINGO	0.00
15	TEOLOCHOLCO	40.00
16	TEPEYANCO	100.00
17	TETLA	100.00
18	TETLATLAHUCA	60.00
19	TEXOLOC	0.00
20	TLALTELULCO	70.00
21	TLAXCALA	100.00
22	TOTOLAC	0.00
23	XICHTZINCO	100.00
24	XILOXOXTLA	90.00
25	ZACATELCO	0.00
26	ZACUALPAN	0.00

Fuente: Dirección de Agua Potable y Saneamiento SECODUVI fecha 09-septiembre del 2004

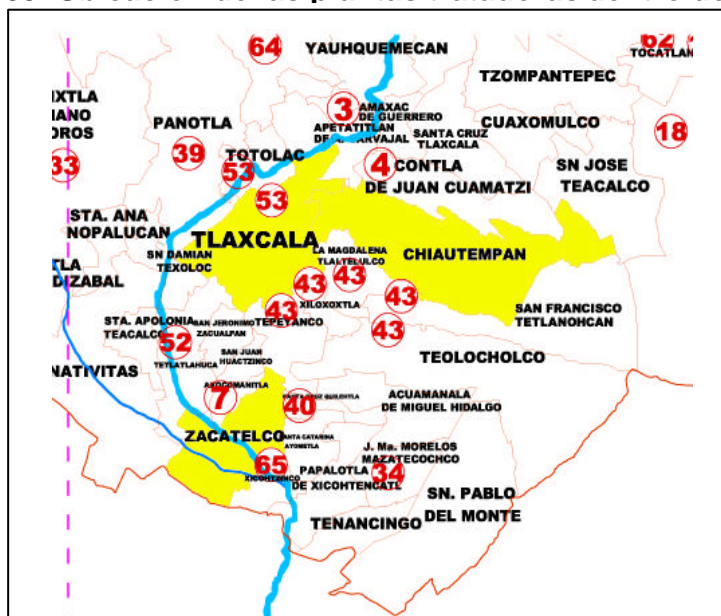
Analizando la tabla anterior, se deduce que es una de las redes más deficientes en cuanto a operación y cobertura; aún y cuando mantenga un porcentaje favorable en los municipios y ciudades con una gran traza urbana (Tlaxcala, Chiautempan), debido que el desalojo después de su previo tratamiento desemboca en el río Zahuapan, en donde los demás municipios conectan su red de drenaje contaminando nuevamente el agua.

Además, se identifica en la tabla anterior, que siete de 26 municipios no cuentan con algún sistema de tratamiento de aguas residuales, lo que ocasiona que este servicio presente un déficit en la red de alcantarillado (Cruz, Inés, 2004).

A continuación, se identifica la ubicación de las diferentes plantas estabilizadoras de agua dentro del área del corredor urbano. En donde tres de ellas desembocan el agua tratada a la cuenca Alto Atoyac – Zahuapan.

1. Sistema Tlaxcala Santa Ana (53 ver mapa 05 ubicación de plantas tratadoras).
2. San Andrés Cuajimalpa (52 ver mapa 05 ubicación de plantas tratadoras).
3. Xicohtzingo (65 ver mapa 05 ubicación de plantas tratadoras).

Mapa 05. Ubicación de las plantas tratadoras dentro del corredor urbano



Fuente: Reyes, Gilberto, 2005. Dirección de desarrollo urbano de Tlaxcala SECODUVI.

Estas plantas tratadoras de aguas residuales ayudan a mejorar la calidad de agua. Sin embargo, aún no se tiene el nivel de calidad para riego y mucho menos para consumo humano, debido a que por contar con los parques industriales establecidos en la zona (Panzacola y Xiloxoxtla) más las áreas habitacionales (aunando el no contar con algún tipo de tratamiento de aguas residuales), la contaminación a la cuenca es más severa.

Finalmente, ¿por qué se identificaron más plantas de tratamiento de agua al norte y oriente del corredor urbano? Se identificaron plantas tratadoras de aguas residuales con un sistema estabilización en la parte norte y oriente del corredor en mención, debido a que esta parte fue la primera en consolidarse como área urbana mientras que el poniente en donde se localiza la vía corta (carretera 121) conserva un tardío proceso de consolidación urbana. Razón por la cual se deduce la falta de plantas tratadoras de agua en la zona. Se supone entonces, que la zona poniente (por su transición que esta en proceso), se logra ver que aún no cuenta con grandes poblaciones que requieran este tipo de infraestructura; el escenario de densificación poblacional tan acelerado que se registra hoy en día, no será el mismo por ejemplo, en dos décadas a futuro; tiempo en el cual se requerirá de esta infraestructura.

Energía eléctrica.

2.3.1 Cobertura de la red de energía eléctrica en 1970.

Durante 1970, el Estado Tlaxcala contaba con muy pocos municipios, con una traza urbana consolidada que requería de servicios básicos públicos. Entre ellos, Chiautempan, la Ciudad de Tlaxcala y Zacatelco, de los cuales, los dos últimos cuentan con una población menor. Si bien el proceso de urbanización se estaba generando, no excluía la principal fuente económica que era el cultivo, lo que indicaba que la industria fuese un sector secundario. Determinando, una buena cobertura de la red de energía eléctrica al enfrentarse a zonas muy pequeñas, que alojaban en su mayor parte, viviendas de tipo casa-habitación.

Lo anterior, determinó un escenario muy positivo en la década de los 70, apoyado por los datos obtenidos en INEGI, sobre la cobertura de la red de energía eléctrica, presentando que la mayoría registra que los municipios en estudio contaban con un 90% de cobertura en la totalidad de sus áreas (INEGI, 2000).

Si bien, este escenario tan positivo que se presentaba en esta década de los 70, era por las pequeñas zonas urbanas a cubrir, no lo es así. Analizando técnicamente el ingreso de esta red en las comunidades, deducimos que el proceso de instalación es muy rápido, gracias a su estructura y flexibilidad de instalación, porque su ingreso es con base en torres y postes, donde la topografía no es un impedimento principal para el ingreso de esta. En este mismo caso, el factor (topográfico) retrasaría el ingreso de cualquiera de las otras dos redes vistas anteriormente.

De tal forma, se pudo identificar que durante este periodo, ya se contaba con una línea principal de abastecimiento de energía eléctrica para el Estado proveniente de Veracruz. Misma que hoy en día, atraviesa al Estado de sur a norte para continuar

hacia el Estado de México y finalmente suministrar al Distrito Federal con un amperaje de 230 KW.

2.3.2 Cobertura de la red de energía eléctrica en el 2000.

El desarrollo urbano que se observó en la Ciudad de Tlaxcala, Chiautempan y Zacatelco en la década del 2000, propició una gran solicitud de los servicios públicos, por grandes zonas habitacionales, industriales y comerciales asentadas en estos municipios, que requerían de servicios públicos para su operación cotidiana.

Sin embargo, el desarrollo urbano detectado en las zonas no afectaron circunstancialmente la cobertura de la red de energía eléctrica; por el contrario observamos a una red sólida que ha obtenido un gran avance, dotando el servicio en un 97% de su población en los diferentes sectores (ver tabla 05, Cobertura de energía eléctrica, de los municipios que conforman el corredor urbano en la página 59).

Observando además, en la misma tabla 05 una cobertura excelente, independientemente de la gran densidad poblacional que se registra en los municipios en mención. Aún y cuando se identifico el uso de suelo mixto, que quiere decir que se identificaron edificaciones que se ocupan para el comercio, la industrial y la vivienda.

Lo que ha determinado que la red sea diseñada técnica y estratégicamente mal, es con base en peticiones que la han regido durante estas tres últimas décadas, localizando las subestaciones eléctricas en las áreas poco estratégicas; pero que han sido determinadas para dotar el servicio. Este simple planeamiento ha optimizado el ingreso y servicio de la red a las diferentes zonas, específicamente en el área del corredor urbano, donde se concentran las mayores actividades urbanas. (Ver plano 06 ubicaciones de subestaciones página 60.)

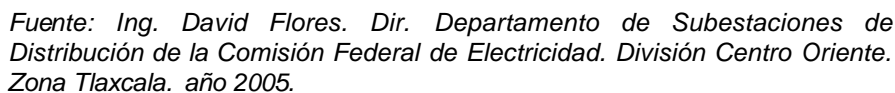
Tabla 05. Porcentaje de cobertura de energía eléctrica en el corredor urbano.

DESCRIPCION		COBERTURA
CLAVE	MUNICIPIO	ENERGIA ELECTRICA
		%
1	ACUAMANALA	97.60
2	AMAXAC	97.30
3	APETATITLAN	97.90
4	AXOCOMANITLA	98.00
5	AYOMETLA	96.50
6	CHIAUTEMPAN	97.30
7	CONTLA	97.40
8	HHUACTZINCO	97.10
9	QUILEHTLA	94.90
10	MAZATECOCHCO	95.80
11	PANOTLA	96.90
12	PAPALOTLA	97.90
13	SAN PABLO DEL MONTE	94.50
14	TENANCINGO	95.50
15	TEOLOCHOLCO	97.00
16	TEPEYANCO	96.60
17	TETLA	95.80
18	TETLATLAHUCA	97.50
19	TEXOLOC	98.90
20	TLALTELULCO	96.80
21	TLAXCALA	97.70
22	TOTOLAC	98.50
23	XICOHTZINCO	97.40
24	XILOXOTLA	96.00
25	ZACATELCO	97.10
26	ZACUALPAN	97.50

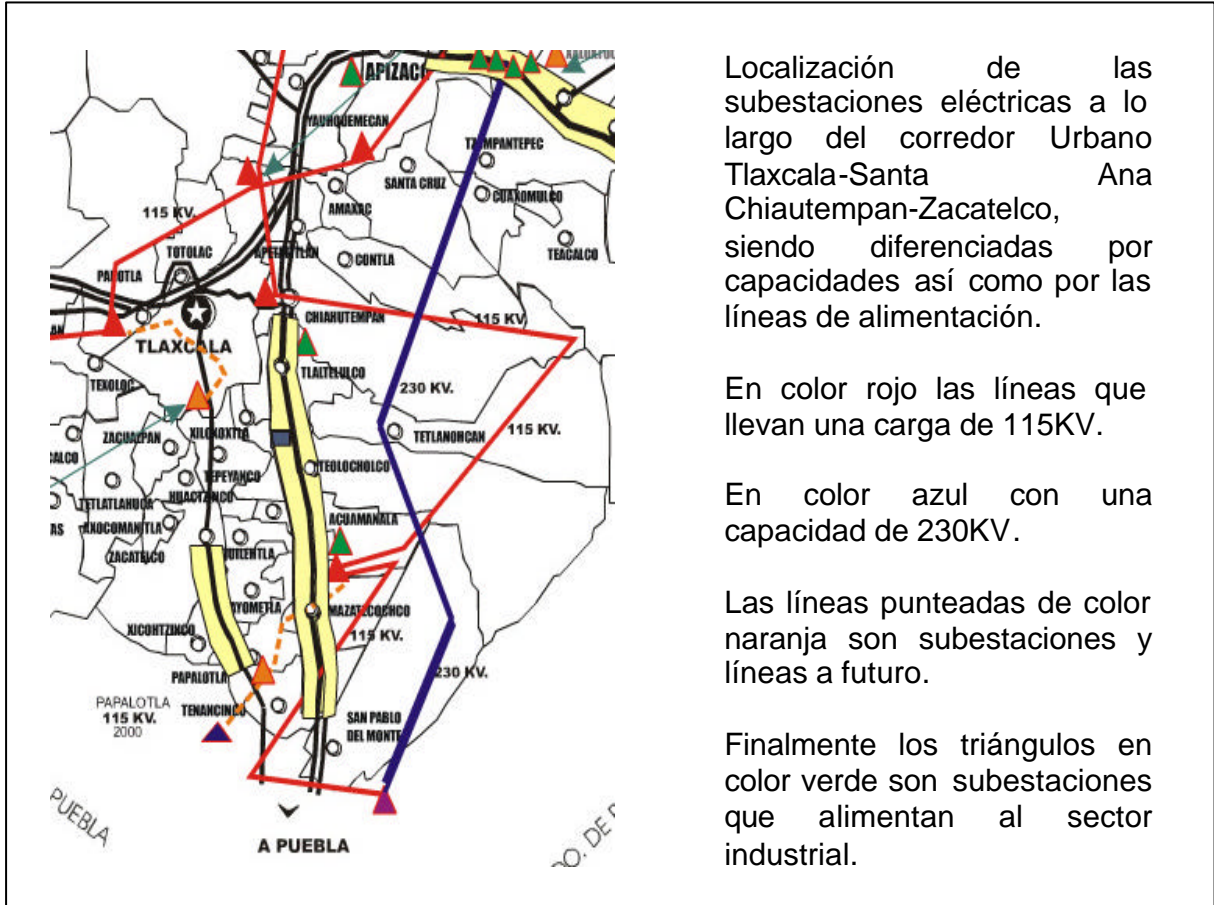
Fuente: Dirección de Agua Potable y Saneamiento. SECODUVI, fecha septiembre del 2004.

En cuanto al suministro general de energía eléctrica para la ciudad de Tlaxcala se realiza por medio de dos subestaciones, estas ubicadas en Chiautempan y Panotla, las cuales dotan de energía eléctrica en forma de anillo garantizando el servicio en dicha ciudad, es decir si una de las subestaciones llegará a tener una descompostura o se encuentra en mantenimiento la otra suministra la energía requerida. En cuanto al suministro de energía eléctrica para municipio de Chiautempan, es abastecido por la misma subestación que se encuentra en el municipio, dando servicio a la ciudad de Tlaxcala y Chiautempan. (Flores, David, 2005).

S.J. SANTA ANITA



Plano 08. Dirección de las líneas de alta tensión.



Fuente: <http://www.tlaxcala.gob.mx/portal/mapas/elec.swf> [Acceso junio 2005]

2.3.3 Síntesis.

Las redes de infraestructura básica (agua potable, drenaje y energía eléctrica) investigadas en la zona de estudio, han estado en constante cambio debido al desarrollo urbano registrado durante las últimas tres décadas, que ha sido la causa principal para que se detone la demanda de estos servicios.

Históricamente se pudo constatar que la red de agua potable y la energía eléctrica son las que han presentado un cambio positivo en su cobertura y la poca tecnología aplicada para hacer llegar el suministro con mejor calidad.

En cuanto a la red de alcantarillado, es la que ha sufrido grandes rezagos tecnológicos repercutiendo en la cobertura, Localizando estos rezagos principalmente en el municipio de Zacatelco, al no contar con la infraestructura adecuada para brindar un servicio óptimo, prorrogando una baja cobertura y operación con servicio en condiciones deficientes que propician la contaminación de la tierra y aire, perjudicando así a sus habitantes.

Para poder sustentar el rezago tecnológico y mal funcionamiento de algunas de las redes básicas de infraestructura en mención será indispensable apoyarse de ciertas normas de servicio, mismas que se refieren al suministro y calidad de cada una de estas redes de infraestructura investigadas, obteniendo un diagnóstico preciso que nos lleve a realizar la prognosis de cada uno de los sitios, ya que bajo la teoría de los umbrales es necesario contar con parámetros cuantitativos que nos determinan las normas y estándares que permiten garantizar que las diferentes alternativas de desarrollo físico urbano consideradas provean un mismo nivel de beneficio o satisfacción a sus futuros pobladores.

Estas normas y estándares deberán referirse a la densidad y tipo de construcción, a la provisión de servicios y a las múltiples políticas que inciden en el desarrollo físico urbano, tales como las relativas a la conservación del medio natural y la contaminación.

La definición de normas y estándares para la provisión de servicios básicos como abastecimiento de agua, eliminación de efluentes, comunicación, etc., deberán asegurar un nivel satisfactorio de servicio a la población y proveer una base uniforme para la determinación de las características de redes básicas y para el cálculo de costos. Es importante al respecto considerar normas y estándares futuros en vez de presentes, refiriéndolos a los horizontes del plan.

CAPITULO 3. NORMATIVIDAD EN EL SANEAMIENTO, CONSUMO Y ABASTECIMIENTO DE LAS REDES DE INFRAESTRUCTURA BÁSICA.

Redes.

3.1.1 Las normas como parámetro en el diseño técnico de las redes básicas.

Como se determinó en el capítulo II, con relación al desarrollo de las redes de infraestructura básica, se deben tomar en cuenta la(s) norma(s) que me permita(n) obtener un parámetro para el cálculo inmediato y futuro de cada una de las redes en investigación en cuanto al suministro y calidad, que además funcione como un determinante en el diseño y planeación de las mismas.

Por ejemplo, para poder dotar una nueva zona urbana, se requerirá en primer lugar conocer el número de habitantes que alojará la zona y en segundo, el uso de suelo de dicha zona. Además, será necesario contar con un rango de consumo medio de agua potable por habitante que será determinado por la norma de dotación permitida en el Estado.

Se sabe que cada Estado de la República Mexicana maneja diferentes consumos, debido al número de servicios con los que se cuenta en las zonas urbanas de cada entidad; es decir, si se cuenta con áreas recreativas, de trabajo, comercio, educación, de cultura y vivienda, se tendrá que cubrir el suministro requerido para el óptimo funcionamiento de cada uno de los servicios mencionados; como el caso del abastecimiento del agua potable en donde es de vital importancia conocer la media de consumo diario por habitante. Por lo expuesto anteriormente, es necesario contar con las normas que rigen al Estado de Tlaxcala; para poder obtener una proyección real de cada uno de los municipios en estudio.

Fundamentalmente, las normas oficiales de consumo y calidad de cada una de las redes en investigación que se obtengan, permitirán en primer término, obtener cantidades reales aproximadas de consumo que servirán para el diseño básico de las redes y en segundo, en la calidad de operación del servicio, dado que se deberá tomar en cuenta como un punto importante en la planeación de las zonas urbanas. Determinando diámetros de la red principal así como la extracción del agua potable para consumo humano según se requiera y por otro lado, el buen cálculo de los depósitos de agua en lugares estratégicos para obtener una presión adecuada.

La norma en cuanto al rubro del control de calidad del agua potable, será de vital importancia, porque se está calculando para consumo humano, donde a las futuras fuentes del líquido se les tendrá que hacer pruebas para conocer si es seguro o no ingerir el líquido.

Cómo se detectó en el diagnóstico que la extracción del agua potable se realiza a través de pozos profundos, se tendrá que apoyar sobre una norma que determine parámetros en la red de drenaje, debido a la posible contaminación de los mantos acuíferos subterráneos localizados en la zona de investigación, que será importante considerarla para el diseño de la misma, cuidando datos técnicos como pendientes, diámetros en los tubos y material pero sobre todo en los cuerpos receptores de esta agua residual (plantas tratadoras) en donde se necesitará reutilizar este líquido, ya sea para riego agrícola o para fines de lavado o enfriamiento de maquinarias de la industria.

Normas.

3.2.1 Norma Oficial Mexicana de agua para uso y consumo humano.

NORMA Oficial Mexicana NOM-181-SSA1-1998, salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Requisitos sanitarios que deben cumplir las sustancias germicidas para tratamiento de agua de tipo doméstico.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Salud.- Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario.- Dirección General de Salud Ambiental.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-181-SSA1-1998, SALUD AMBIENTAL. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO. REQUISITOS SANITARIOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS SUSTANCIAS GERMICIDAS PARA TRATAMIENTO DE AGUA DE TIPO DOMESTICO.

Javier Castellanos Coutiño, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 4o. y 69-H de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 13 apartado A) fracción I, 118 fracción II y 119 fracción II de la Ley General de Salud; 25 del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud; 41, 43, 45, 46 fracción II, y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 24 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 214 fracción IV y 225 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios.

Con fecha 16 de diciembre de 1999, en cumplimiento del acuerdo del Comité y de lo previsto en el artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el proyecto de la presente Norma Oficial Mexicana

a efecto que dentro de los sesenta días naturales posteriores a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario.

Que con fecha 20 de junio de 2000, fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación las respuestas a los comentarios recibidos por el mencionado Comité, en términos del artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Que en atención a las anteriores consideraciones, cortando con la aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, se expide la siguiente

NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-181-SSA1-1998, SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO. REQUISITOS SANITARIOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS SUSTANCIAS GERMICIDAS PARA TRATAMIENTO DE AGUA, DE TIPO DOMESTICO⁶

Esta es una de las normas que se establece a nivel nacional para la calidad de agua en el consumo humano, misma que se tomará en cuenta sólo como apoyo para cuestionar algunos de los casos si es que existiera algún tipo de recuperación de aguas negras dentro del área de estudio.

⁶ Norma Oficial mexicana PROY-NOM-181-SSA1-1998, salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Requisitos sanitarios que deben cumplir las sustancias germicidas para tratamiento de agua de tipo doméstico. Disponible en <http://www.aguadecalidad.com/id40.htm> [acceso en Junio 2005].

3.2.2 Norma de consumo nacional por familia.

El consumo promedio nacional mensual por familia se ha mantenido dentro de un rango de 30m³ y los pagos nominales han tenido un comportamiento ascendente. En términos reales, a precios del año 2001, los pagos que se realizaban en 1997 siguen siendo superiores a los realizados en 2001.

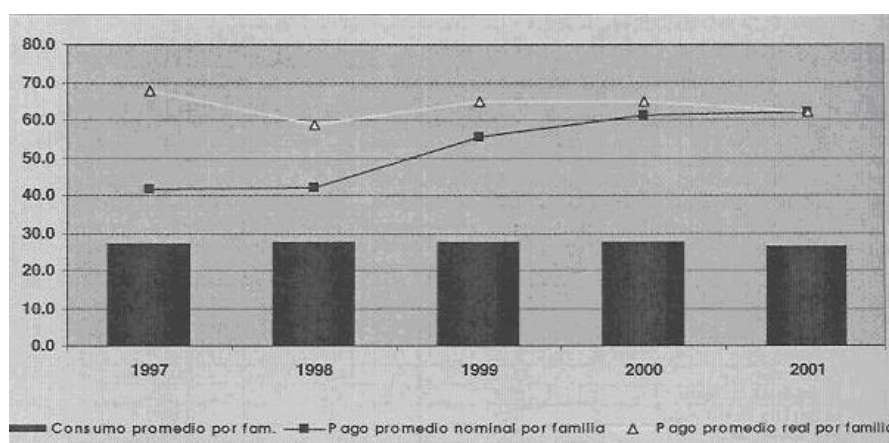
Este comportamiento nos demuestra que aun cuando se presentan incrementos anuales en las tarifas (representado por la línea de pago nominal por familia), por lo general han sido inferiores al crecimiento de la inflación registrada durante el periodo de estudio. (CNA, 2000).

Tabla 29. SERVICIO, 1997-2001 CONSUMO PROMEDIO MENSUAL DE AGUA POR FAMILIA Y MONTOS DESTINADOS AL PAGO DEL SERVICIO. (m³ y pesos)

Concepto	1997	1998	1999	2000	2001
Consumo promedio en m ³	27.2	27.6	27.6	27.9	26.5
Pago promedio nominal familia	41.6	42.0	55.7	61.1	62.0
Pago promedio real familia	67.6	58.6	64.8	65.0	62.0

Fuente: Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento. año 2000

Grafica 06. Consumo medio por familia.



Fuente: Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento. año 2000.

3.2.3 Norma de dotación de agua por persona en el Estado de Tlaxcala.

Por norma en el Estado de Tlaxcala el consumo diario de agua potable por persona es de 150 litros (Cruz, Inés, 2004), lamentablemente este parámetro no ha sido publicado en el reglamento de construcción del Estado.

Por otro lado, esta cifra es la que impera dentro del área de estudio y se sabe que dentro de algunas localidades en transición de rural a urbano, este parámetro no es siquiera tomado en cuenta debido a que no tienen el suministro del agua potable.

Finalmente, esta dotación diaria por persona se tomará en cuenta para la prognosis a futuro dentro del área de estudio, bajo la teoría de umbrales.

3.2.4 TARIFAS

La siguiente información fue obtenida de: Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diciembre del 2001.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. SEMARNAT.

Comisión Nacional del Agua CNA.

El crecimiento desproporcionado de la demanda de agua por parte de la población y de las actividades agrícola e industrial, resultado de prácticas inadecuadas de consumo, ha generado una sobreexplotación de los acuíferos que ha redundado en la pérdida irreversible de los ecosistemas, que se traduce en agotamiento de manantiales, desaparición de lagos y humedales, reducción de los caudales base de los ríos y eliminación de la vegetación. Ante esta situación, varias de las regiones hidrológicas en que se divide el país sufren serios problemas de disponibilidad y contaminación de

agua; en estas condiciones, el agua adquiere un valor que aumenta en zonas de escasez y se reduce en las de mayor disponibilidad.

En algunas zonas, en donde existe escasez del recurso agua para consumo humano, la viabilidad de las soluciones técnicas se ha ido reduciendo progresivamente, ya que los costos financieros y ambientales de nuevos proyectos se han elevado drásticamente, rebasando la capacidad de inversión de los tres órdenes de gobierno. Es decir el costo de las obras es demasiado alto y la dotación de agua se reduce debido al agotamiento de las fuentes de abastecimiento, dando como resultado una vida útil corta de los proyectos que impide la recuperación de la inversión. Por esta razón, antes de plantear complejas obras de infraestructura, que eleven los costos del servicio de agua, es necesario tomar en cuenta las posibilidades que ofrecen las alternativas institucionales para incentivar a la población a que haga un uso racional de la misma. Una de estas alternativas institucionales son las tarifas.

Una tarifa se define como las tablas o catálogos de precios, derechos o impuestos que se deben pagar por un servicio otorgado, pueden ayudar a ahorrar agua si en su estructura se observan las siguientes condiciones: que reflejen el costo real, que se relacionen con el consumo, que sus incrementos diferenciales sean grandes para que puedan inducir a ahorrar agua y que sus cambios estén acompañados de programas de comunicación y educación.

Asimismo, una política tarifaria adecuada y bien aplicada, permite a los organismos operadores recuperar sus costos de inversión y propicia que éstos inviertan mayores recursos en infraestructura, redundando en un mayor y mejor servicio. Además, al contar con mayores recursos les permitirá financiar proyectos para el tratamiento de aguas residuales.

TARIFAS, RECAUDACIÓN Y AGUA NO CONTABILIZADA

Por las razones anteriores, el establecimiento de una política tarifaria es de fundamental importancia para el buen funcionamiento de los organismos operadores. En México, de acuerdo al Art. 73 fracc. XVII y 115 fracc. 1V-A de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y por las legislaciones estatales, están facultados para fijar las tarifas el H. Congreso de la Unión, los Congresos de los Estados y los Consejos de Administración.

TIPOS DE TARIFAS

Existen dos tipos de tarifas: las de servicio medido y las de cuota fija. En las primeras se determina el monto a cobrar de acuerdo al volumen de agua consumido por el usuario, cuantificado a través de un medidor; en el segundo se establece un precio fijo por el servicio, independiente del volumen de agua consumido.

La legislación para el cobro del agua por medio de estos dos tipos de tarifas es buena. Sin embargo dentro de los municipios implicados dentro del corredor urbano, se puede observar una diferencia en el cobro, es decir el servicio medido se localizó principalmente en los municipios que cuentan con una consolidación urbana.

En cuanto al servicio de cuota fija se localizó principalmente en zonas de transición rural-urbano, en donde se deduce lo siguiente: Estas áreas desarrollan diferentes actividades, debido a las edificaciones de usos mixtos (industriales, comerciales y habitacionales) en donde su requerimiento hidráulico es variable por los diferentes actividades que se desarrollan. Por ejemplo, el consumo que realiza una casa habitación en el municipio de Tepeyanco con cinco habitantes en donde se requiere diariamente 750lts agua, no es el mismo consumo de un pequeño comercio en donde sacrifican aves para consumo humano, en donde requiere un aproximado diario de 3000lts agua, pero el cobro es el mismo.

3.2.5 NOM-001-CNA-1995. Sistemas de alcantarillado sanitario - Especificaciones de hermeticidad. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 11 de octubre de 1996

El 80% del abastecimiento de agua potable del país proviene de pozos profundos, por lo que el sistema de alcantarillado sanitario no debe ser fuente de contaminación de los acuíferos.

Cuando las tuberías de las redes de alcantarillado se unen con mezcla de mortero cemento-arena y se presentan asentamientos diferenciales en el terreno, se generan fallas originadas por un junteo deficiente o por agrietamiento debido a la rigidez de la unión.

Las fallas en las juntas de una red de alcantarillado presentan algunas de las siguientes situaciones, consideradas como nocivas. Las aguas residuales fluyen hacia el exterior de la tubería, contaminando acuíferos y suelos. Con un nivel freático localizado por encima de las tuberías, se presenta en éstas una infiltración que drena parcialmente el acuífero, ocasionando una disminución en la capacidad hidráulica del sistema de alcantarillado y permitiendo la recepción de azolves, además de incrementar el caudal a la planta de tratamiento, provocando la disminución de su eficiencia y el incremento de costos de operación.

Incorporaciones de elementos extraños al sistema de alcantarillado sanitario, como son hidrocarburos, aceites, grasas y raíces de árboles, que provocan riesgos y alteran sus condiciones de funcionamiento.

Con el objeto de evitar lo antes citado, uno de los principales requisitos que debe considerarse en el proyecto e instalación del sistema de alcantarillado sanitario, es que éste sea hermético.

Objetivo.

Esta Norma Oficial Mexicana establece las condiciones de hermeticidad que deben cumplir los sistemas de alcantarillado sanitario que trabajen a superficie libre.

Campo de ampliación.

La presente Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria, para los responsables del diseño e instalación de los sistemas de alcantarillado sanitario y los fabricantes de los componentes de los sistemas de alcantarillado sanitario de manufactura nacional y extranjera que se comercialicen dentro del territorio nacional.

3.2.6 Norma de consumo medio de energía eléctrica en el Estado de Tlaxcala.

En la actualidad no hay una norma específica de consumo de energía eléctrica por habitante; sin embargo, para el desarrollo de la prognosis se obtuvo el siguiente dato de consumo medio por habitante. Para el Estado de Tlaxcala que fue de 1kwa. (Flores, David, 2005). Donde se tomó como base una vivienda de nivel medio que contiene los siguientes dispositivos de consumo de energía eléctrica: 5 focos de 100 watts, un refrigerador, bomba de agua y un televisor.

3.2.7 Síntesis.

Una vez determinadas las normas que apoyarán la base técnica del desarrollo de la prognosis acerca del crecimiento urbano de los municipios de Tlaxcala, Santa Ana Chiautempan, Zacatelco, se determinarán las cantidades oficiales que se requerirán en las décadas del 2010 y 2020 de agua potable, drenaje y energía eléctrica.

Detectando además, la operación de servicio de hoy en día de cada una de las redes en estudio, así como verificando si la cobertura y eficiencia de cada una de estas redes ya fue o no rebasada, con la determinación también de un probable requerimiento de una nueva infraestructura o rediseño de la misma para mejorar el servicio.

Sabiendo que el futuro se contará con una densificación poblacional que exigirá estos servicios; donde se tendrán que estar preparado si es que no se quiere enfrentar a un umbral de tipo tecnológico, donde la inversión tendrá que ser puntual, o sea que se deberá tener todo el capital para la obra mermando otras prioridades del Estado.

Cabe mencionar que la determinación de las zonas que probablemente puedan recibir estos asentamientos humanos en el futuro, serán determinadas con base en la aplicación de la teoría de umbrales, que señala que estos sitios garantizarán los servicios requeridos por las personas de los futuros asentamientos humanos. Así como no requerir de inversiones extraordinarias o puntuales que impidan el desarrollo urbano de estas localidades.

CAPITULO 4. LOS UMBRALES Y PROSPECTIVA HACIA EL AÑO 2020.

Aspectos topográficos y demográficos.

4.1 Topografía actual del área del corredor urbano.

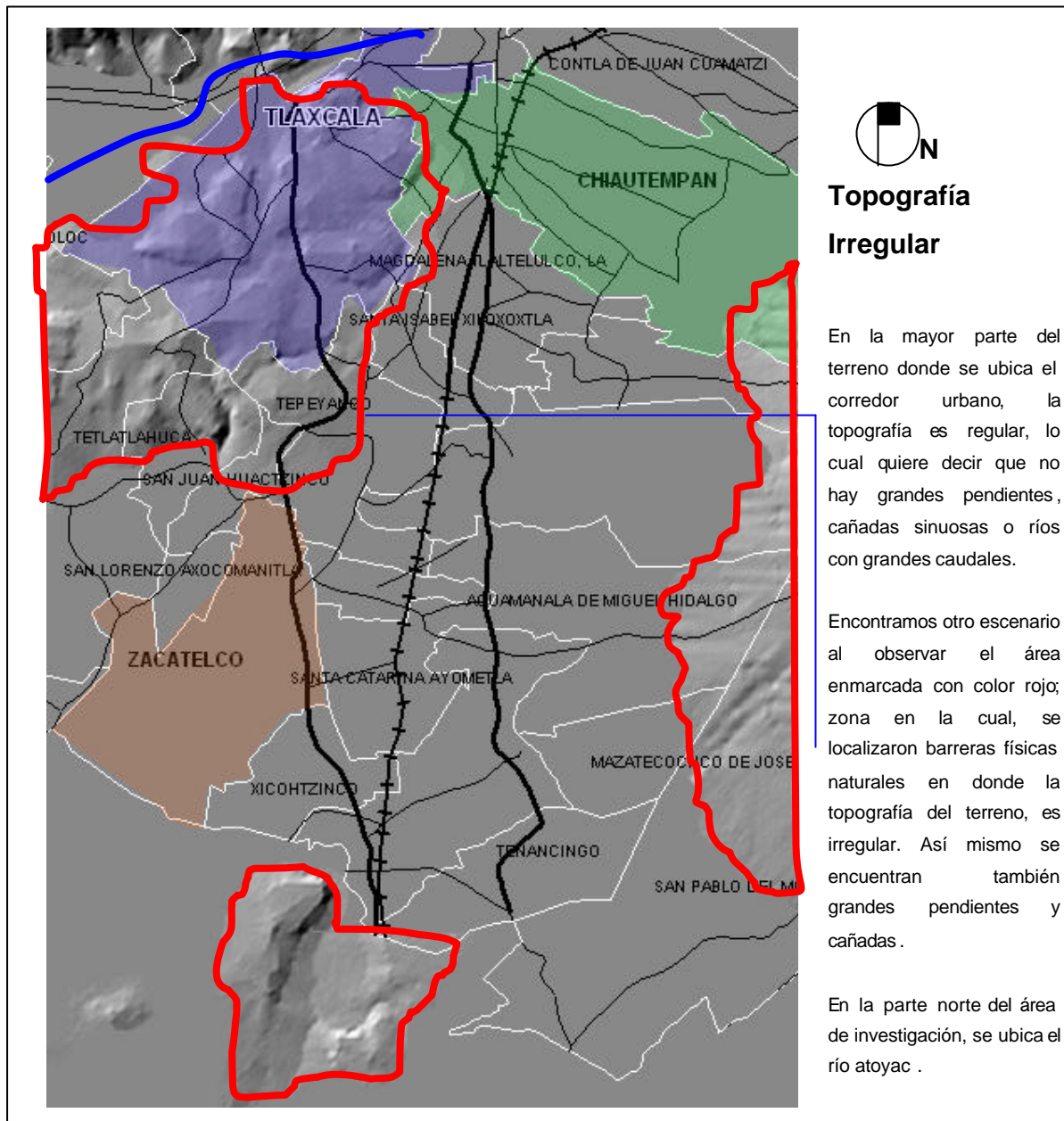
El continuo desarrollo urbano detectado dentro del corredor Tlaxcala-Santa Ana Chiautempan-Zacatelco, que cuenta con nuevos asentamientos humanos, ha provocado en algunas colonias la saturación de las redes básicas de infraestructura. Esto ha ocasionado que se complique la dotación.

Si a la situación antes mencionada, le sumamos una topografía con condiciones extremas (grandes pendientes, cañadas y ríos) en la cual los nuevos asentamientos humanos se han solidificado, las redes de infraestructura terminarán por brindar un servicio interrumpido y de mala calidad; siempre que estas no hayan sido planeadas o contempladas y en el peor de los casos, larga espera en el ingreso de las mismas. En capítulos anteriores se explicó que el corredor en mención se desarrolla en algunos tramos donde es evidente la topografía irregular que aloja a desarrollos habitacionales, comerciales e industriales que posiblemente tendrán este escenario poco positivo.

A continuación se identificarán los umbrales físicos naturales más representativos dentro del corredor, los cuales pueden llegar a determinar la dirección de la mancha urbana en el futuro; entre ellos destacan los umbrales de grado y escalonados. Recapitulando acerca de los dos tipos de umbrales mencionados, se caracterizan por encontrarlos en la mayor parte del área en estudio.

Ver Mapa 06, muestra la topografía total de la zona a investigar página 76.

Mapa 06. Topografía del corredor urbano.



Fuente: INEGI.2000. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática. Área Geoestadística en Base. Balazs Nemeth

Localizadas las zonas que cuentan con una topografía irregular, observamos que la Ciudad de Tlaxcala se ubica justamente en dicho cuadrante irregular, así como una parte mínima del municipio de Chiautempan. En cuanto al resto del área, no se localiza este tipo de topografía tan irregular; aún y cuando se visualiza en el oriente una gran pendiente, la falda del volcán la Malinche, que se encuentra fuera del área de investigación. De igual forma el extremo sur, donde se localiza una gran elevación que pertenece al Estado de Puebla.

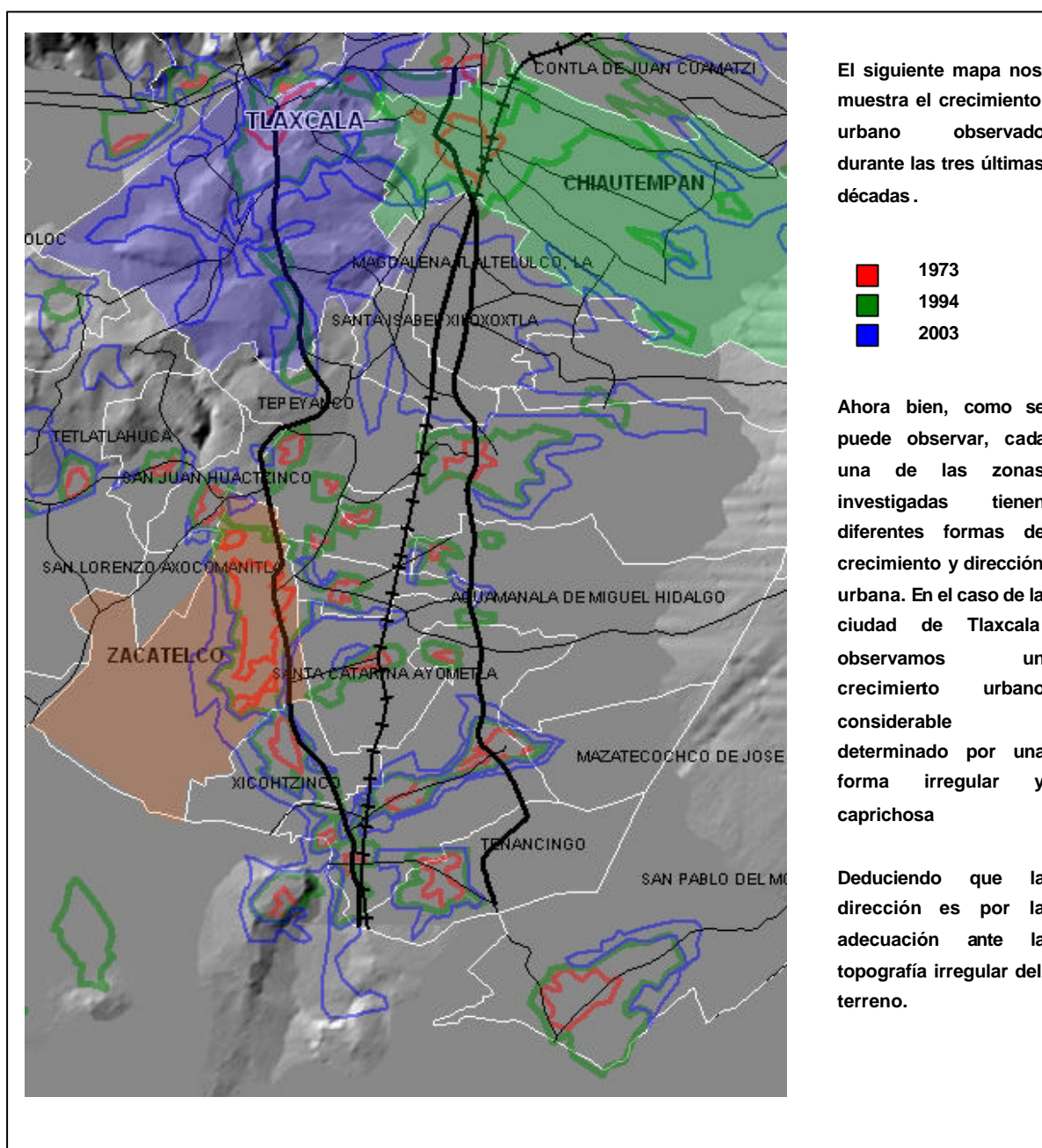
Sin embargo, aunque la topografía del terreno sea irregular, el hombre ha encontrado soluciones para desarrollar una traza urbana funcional que le ha permitido vivir cotidianamente sin sacrificar su calidad de vida. Para ilustrar esto, se tiene el caso de la capital de Tlaxcala; al comparar la traza urbana de 1970 a la fecha, se puede observar que ha crecido considerablemente, así como es el caso de los otros dos municipios en estudio, donde el crecimiento urbano se ha enfrentado en varias ocasiones a diferentes barreras físicas naturales que han determinado su dirección.

Al mismo tiempo, este crecimiento urbano nos indica una explosión demográfica que dará pauta para desarrollar una posible proyección poblacional, porque en todo estudio cuyo objetivo sea el análisis de las tendencias de urbanización o de desarrollo urbano, es necesario considerar los aspectos demográficos que permitan llevar un seguimiento del desarrollo poblacional de la zona de estudio.

Para abordar el tema de la prognosis del área de investigación delimitaremos su espacio real de actuación con base en tres variables. Es decir, los municipios con mayor desarrollo urbano, los cuales conforman el corredor urbano. Tlaxcala-Santa Ana Chiautempan-Zacatelco.

Ver mapa 07, muestra el desarrollo urbano en las tres últimas décadas página 78.

Mapa 07. Desarrollo urbano durante las tres últimas décadas.



Fuente: INEGI.2000. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática. Área Geoestadística en Base. Balazs Nemeth

En color rojo y verde observamos una consolidación urbana de las décadas de 1970 y 1990 de los municipios en estudio (Tlaxcala, Santa Ana y Zacatelco); se puede decir que cuentan tanto con una infraestructura adecuada para el servicio público como con una traza definida en sus calles. Sin embargo, en la década del 2000, esta mancha semiurbana (enmarcada en color azul en el plano anterior), representa que el escenario visto en campo es todo lo contrario, se visualizan pequeñas conglomeraciones habitacionales con uso de suelo mixto (comercial, industrial, agropecuario y vivienda), dispersas en todo el terreno.

Estos desarrollos urbanos registrados, permitieron identificar las diferentes etapas, en donde se debió remontar obstáculos naturales, estructurales o tecnológicos para seguir con el crecimiento urbano; proporcionando los servicios básicos públicos que requiere todo desarrollo urbano.

4.1.2 Densidad de población.

Una vez investigados tanto la topografía del terreno como el crecimiento paulatino de la mancha urbana de cada uno de los municipios, se realizará la prognosis de crecimiento y posible dirección de cada uno de los municipios en mención, deduciendo este desarrollo urbano por medio de los datos obtenidos anteriormente.

Como primer paso fundamental, fue necesario obtener tanto el área que conforman cada una de las manchas urbanas como el total de población actual y sus futuras proyecciones hacia el año 2010 y 2020.

Ver la tabla 06, muestra la proyección poblacional y hectáreas aproximadas requeridas en la página 80.

Tabla 06. Proyección poblacional y hectáreas aproximadas requeridas.

Población	Año 2000		Año 2005		Año 2010		Año 2020	
	Habitantes	Hectáreas	Habitantes	Hectáreas	Habitantes	Hectáreas	Habitantes	Hectáreas
Chiautempan	58,950	568.05	64,051	617.20	68,914	664.06	78,053	752.12
Tlaxcala	74,923	454.26	80,044	485.30	84,790	514.08	93,445	566.55
Zacatelco	32,653	802.27	34,870	856.74	36,898	906.56	40,449	993.81

Fuente: Tabla realizada con información de COPLADET, Dirección de Informática y Estadística. Unidad de Estadística; datos obtenidos del INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda, 2000. A partir del 2005 los datos fueron obtenidos por CONAPO. Consejo Nacional de Población.

Con estos datos, se intentará encontrar la posible área que alojará a los nuevos asentamientos humanos en las zonas de estudio con base en la teoría de umbrales; por otro lado, se requerirá de un dato estadístico sobre la densidad neta de población de cada una de las urbes. En donde este dato nos servirá como parámetro para conocer la cantidad de habitantes que viven en cada cuadrante (manzana edificada que aproximadamente se compone de una hectárea).

La siguiente tabla nos muestra estos datos sobre la densidad neta de población por hectárea en el año 2005.

Tabla 07. Densidad neta de población por hectárea en el 2000.

Población	Densidad Neta de hab /ha
Chiautempan	103 hab/ha
Tlaxcala	164 hab/ha
Zacatelco	40.7 hab/ha

Fuente: Tabla realizada con información de COPLADET, Dirección de Informática y Estadística. Unidad de Estadística; datos obtenidos del INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda, 2000.

Conseguidos los datos topográficos y el crecimiento histórico urbano de cada uno de los municipios en mención más la densidad neta de población, a continuación deduciremos la dirección urbana recomendable apoyada en la metodología de la teoría de umbrales. Es decir, tomaremos como base el crecimiento histórico urbano de las tres últimas décadas en donde se ha registrado la dirección que ha tomando. Siendo determinada básicamente por la topografía del lugar, inducida en la teoría de

umbrales como umbrales físicos naturales. A continuación, se estudia por separado cada una de las posibles proyecciones urbanas hacia el año 2010 y 2020 para tener una mejor certeza de la dirección.

4.2.1 Proyección urbana hacia el año 2010 y 2020 en Chiautempan.

El crecimiento y dirección de la mancha urbana en 1970, 80' y 90' del municipio de Chiautempan observado en el mapa 07 (página 78), se ha ido desarrollado hacia el norte por varios factores. En primera instancia, uno de estos lo deducimos empíricamente por el asentamiento de nuevas industrias en el área que generan empleos y a su vez, esto trae como consecuencia, el desarrollo de nuevas zonas habitacionales cerca de dichas industrias, situación que permite a los trabajadores tener un corto traslado hacia su lugar de trabajo. Por otro lado, el rápido acceso a los servicios públicos básicos (agua potable, drenaje y energía eléctrica), permite la pronta consolidación urbana. Así mismo, la topografía regular detectada en Chiautempan, permite extender aún más esta consolidación. Dicha topografía, está localizada al sur del municipio en mención y es dirigida hasta cierto punto por la carretera 121, donde se encuentran alojadas las principales redes básicas de infraestructura y contar con la topografía muy accesible, que da la gran posibilidad del acceso a las redes de infraestructura.

No obstante, este proceso de urbanización no solo se generaría en esta zona, ya que se localizó una variable importante al norte de Chiautempan, o sea la concentración de actividades laborales propiciadas por la consolidación industrial y comercial en el municipio de Apizaco; ubicado geográficamente al norte de Chiautempan, ha concedido una pronta densificación poblacional en las zonas de vivienda (ver mapa 08 página 84), registrando nuevas construcciones con más niveles en donde se alojan departamentos habitacionales o pequeñas casas de interés social, que albergan a las nuevas familias.

4.2.2 Proyección urbana hacia el año 2010 y 2020 en la Ciudad de Tlaxcala.

El desarrollo urbano detectado en la ciudad de Tlaxcala, durante las tres últimas décadas ha sido determinado por un franco desarrollo al oriente de la ciudad, topándose con la urbe del municipio de Chiautempan. Creemos que esto es ocasionado por a la topografía irregular detectada. Es decir, la urbe de la ciudad de Tlaxcala está asentada en una zona con grandes pendientes, cañadas y ríos que han determinado la dirección y desarrollo urbano; identificando la mancha urbana de la ciudad en formas caprichosas que corresponden a la topografía del terreno, salvando obstáculos físicos naturales para el fácil ingreso de los servicios públicos básicos.

Sin embargo, al sur de la ciudad detectamos un desarrollo urbano que ha venido consolidándose y suponemos que en el futuro se unirá con el municipio de La Magdalena Tlaltelulco; principalmente por contar con vías de comunicación terrestre, factor que ha permitido a los habitantes desplazarse a sus labores cotidianas y al mismo tiempo obtener los servicios públicos básicos.

Este simple factor, requerirá de planeación grupal en donde será indispensable redoblar el esfuerzo por parte de los municipios involucrados geográficamente, con el fin de poder planificar y diseñar la traza urbana de la zona y no crear zonas de conflicto urbano pero sobre todo, ver reflejado un déficit de las redes básicas de infraestructura. (Ver mapa 08, en la página 84)

4.2.3 Proyección urbana hacia el año 2010 y 2020 en Zacatelco.

En Zacatelco el desarrollo urbano histórico observado durante las tres últimas décadas corresponden a un patrón de eje de metropolización (Terrazas, Oscar, 1995), que resulta para interpretar el proceso de expansión de la metrópoli es el de una serie de ejes de desarrollo, constituidos por los principales canales de comunicación de la ciudad hacia el exterior⁷.

⁷ Nota: La teoría de los ejes de metropolización por Oscar Terrazas en 1995 dentro del *Anuario de Estudios Urbanos de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco*, México, Distrito Federal. Menciona la

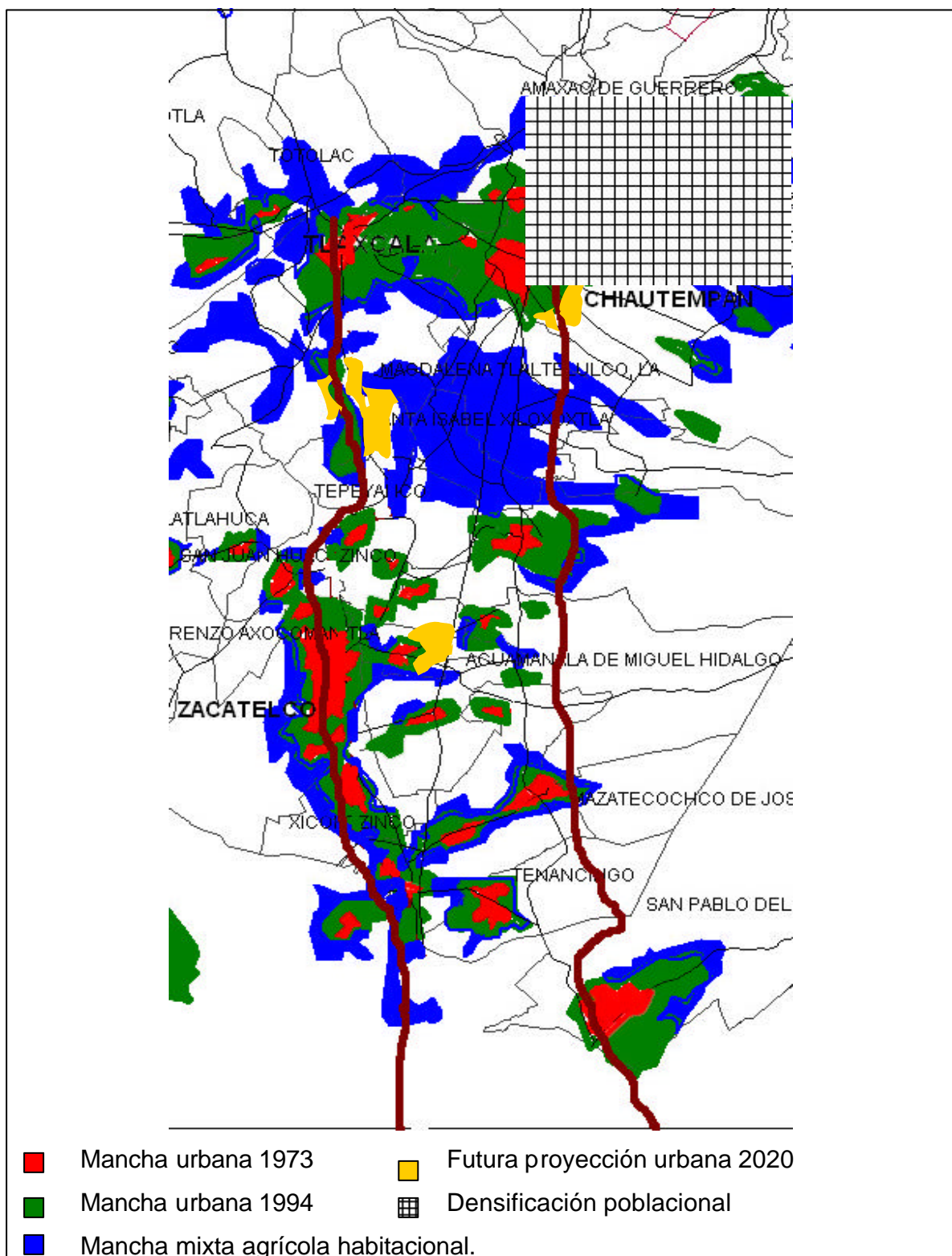
En este sentido, en la estructura de metrópoli es común encontrar que estos ejes urbanos se constituyen en verdaderos canales de comunicación, a la manera de soportes viales alojando a todo lo largo de su trazo, los servicios de transportación y las redes de infraestructura de agua potable, drenaje, energía eléctrica y telefonía.

Dicho crecimiento urbano detectado en Zacatelco, desempeña este patrón de eje de metropolización en mención. Sin embargo, deducimos que en el futuro este fenómeno se establecerá en las laterales de la avenida Francisco I Madero, clasificándola como vía secundaria, la cual une la carretera 119 con la 121 (ver mapa 08, en la página 84), alojando el futuro desarrollo urbano. Esta posible deducción la sustentamos principalmente por el incremento poblacional que indica CONAPO en sus proyecciones futuras del municipio; más la visita en campo, donde se detectaron nuevos asentamientos que se están consolidando en la zona.

Con los datos en mención, aunados a la determinación de una topografía regular en la zona que permite el rápido acceso de las redes básicas de infraestructura, determinamos y sustentamos la posible dirección urbana futura.

siguiente interpretación del proceso de expansión de la metrópoli, en donde una serie de ejes de desarrollo, constituidos por los principales canales de comunicación de la ciudad hacia el exterior mantienen el sentido de la estructura de metrópoli en donde es común encontrar que estos ejes urbanos se constituyen en verdaderos canales de comunicación, a la manera de soportes viales, alojando a todo lo largo de su trazo, los servicios de transportación y las redes de infraestructura de agua potable, drenaje, energía eléctrica y telefonía, facilitando el desarrollo urbano.

Mapa 08. Prognosis de dirección y desarrollo urbano para el 2020 en el corredor urbano.



Fuente: INEGI.2000. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática. Área Geoestadística en Base. Arq. Balazs Nemeth con una sobre posición de Luis Montiel.

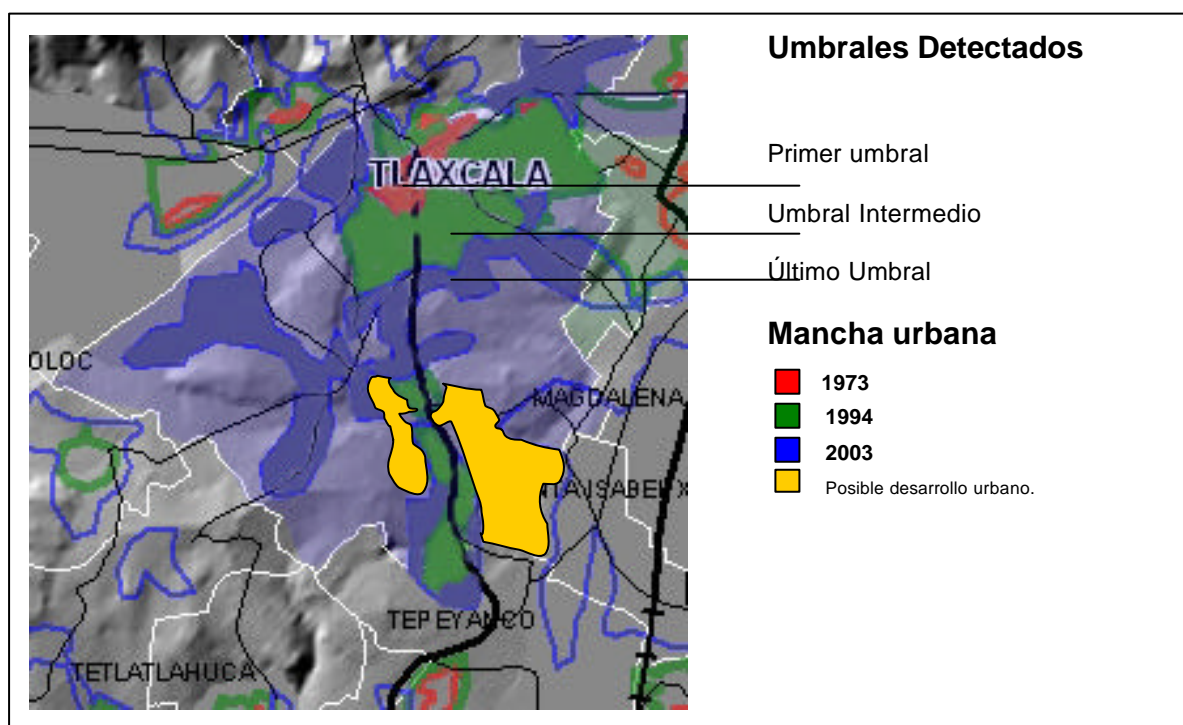
Sustentando las Prospectivas.

La siguiente etapa de estudio se basará en el desarrollo de la prognosis de cada una de las zonas en investigación, el cual sirva de apoyo para el plan estratégico urbano de Tlaxcala, en donde además sustente la toma de decisiones de las autoridades Estatales ante un posible desarrollo urbano en la zona.

4.2.4 Sustento de prospectiva para la Ciudad de Tlaxcala hacia el 2020.

El siguiente mapa 09, nos muestra el desarrollo urbano de las tres últimas décadas, dirección e identificación de los umbrales remontados en la ciudad de Tlaxcala, así como la propuesta del crecimiento urbano para el año 2020.

Mapa 09. Primer y último umbral de la ciudad de Tlaxcala



Fuente: INEGI.2000. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática. Área Geoestadística en Base. Con una sobreposición de Luis Montiel

Se puede observar, que los diversos asentamientos humanos en Tlaxcala se encuentran localizados en una zona topográficamente irregular; razón por la cual, entonces se concluye que, los umbrales a remontar por las redes básicas de

infraestructura serán de tipo tecnológico y de grado, según la aplicación de la teoría de umbrales.

¿Porqué clasificar a estos dos tipo de umbrales en la zona? Es debido a que cuentan con las características mínimas establecidas por la teoría de umbrales, lo cual retrasaría una consolidación urbana para el año 2020 al no ser planeada y planificada (ver clasificación de umbrales en las páginas 11-13). Por otro lado, es claro que esta área de estudio ha requerido más de una vez el remontar estos tipos umbrales para la dotación de las redes básicas de infraestructura, debido a la simple expansión territorial.

Una vez identificada la zona que recibirá los posibles asentamientos humanos y detectados los umbrales ha remontar (ver mapa 09 Primer y último umbral de la ciudad de Tlaxcala), es importante conocer los datos poblacionales que nos proporcionarán información importante para continuar con la prognosis de la zona, especialmente para conocer el consumo de las redes de infraestructura básica en el futuro.

Así mismo, será indispensable localizar y contabilizar el número de las fuentes de abastecimiento de agua potable y obtener los litros de extracción del líquido para tener una cifra inicial y con ello realizar una comparación de la extracción con el consumo al día de hoy y después obtener este factor en la proyección futura hacia el año 2020. Es importante mencionar que la investigación se basará sólo para el consumo humano.

En cuanto a la prognosis de la red de alcantarillado tendremos que conocer las capacidades de las plantas tratadoras de aguas residuales, si es que existen en las zonas de estudio. En dado sea el caso; no se contara con esta infraestructura, se analizaría tanto su impacto positivo como negativo ante un servicio que es fundamental. Finalmente, para la red de energía eléctrica conoceremos su cobertura y capacidad de la red al día de hoy y la futura.

Extracción de agua potable en la ciudad de Tlaxcala.

En la actualidad, Tlaxcala extrae el agua para consumo humano a través de 22 pozos profundos y un manantial superficial, en donde anualmente se extrae una cantidad de 12,187,940 m³. (INEGI, 2000).

Sabemos por personal de SECODUVI (Reyes, Gilberto, 2005), que no hay otra fuente alterna que dote a estas tres manchas en específico, así que la ciudad de Tlaxcala y los municipios en estudio la extracción se realiza por medio de pozos profundos y manantiales.

A continuación la tabla 08, nos muestra la cantidad de agua que se extrae de pozos profundos en explotación y del manantial obteniendo la cantidad total de 12,187,940 m³ anualmente en la ciudad de Tlaxcala.

Tabla 08. Extracción de agua en la ciudad de Tlaxcala.

Población	Número	Número	Volumen de extracción concesionada miles de m3		
Municipio	Pozo Profundo	Manantial	Pozo Profundo	Manantial	Total
Chiautempan	16		5334.6		5334.6
Tlaxcala	22	1	11555.35	632.59	12187.94
Zacatelco	10		1449.9		1449.9

Fuente: <http://www.tlaxcala.gob.mx/portal/municipios/tlaxcala/tlaxcala.html> (Datos obtenidos en julio del 2005).

Al haber conseguido este dato, es de vital importancia obtener una variable adicional que será conocer la proyección poblacional a futuro de las dos próximas décadas 2010 y 2020, en donde dicha variable aportará a la investigación, el resultado final sobre la cantidad de agua potable que se requerirá. La siguiente tabla nos muestra esta proyección poblacional hasta el 2020 de la ciudad de Tlaxcala.

Tabla 09. Proyección poblacional.

Población	Año 2005 población	Año 2010 población	Año 2020 población
Chiautempan	64,051	68,914	78,053
Tlaxcala	80,044	84,790	93,445
Zacatelco	34,870	36,898	40,449

Fuente: <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/5.htm> Consejo Nacional de Población (CONAPO).

Para concretar el desarrollo de la prognosis sobre el consumo neto de la cantidad de agua a obtener sólo para consumo humano, será necesario contar con el dato de este rubro en específico para la ciudad de Tlaxcala, en donde el parámetro encontrado es el siguiente: Consumo medio diario de agua potable por persona es de 150 litros por día. (Cruz, Inés, 2004)

Dada la cantidad obtenida anteriormente, se multiplicará por el número de habitantes en la zona, en donde obtendremos el consumo del líquido requerido. Así mismo, se tomarán las décadas 2010 y 2020 con base en la proyección poblacional en donde obtendremos finalmente la carga futura. (Ver la tabla 10 proyecciones de agua requerida en la ciudad de Tlaxcala)

Tabla 10. Proyección de agua requerida en la ciudad de Tlaxcala.

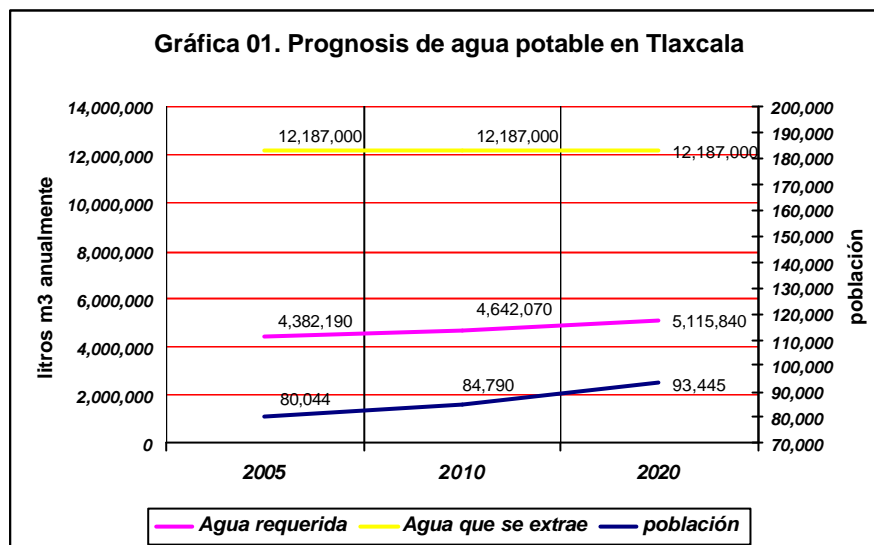
Población	Año 2005 población	Agua requerida anualmente m ³	Año 2010 población	Agua requerida anualmente m ³	Año 2020 población	Agua requerida anualmente m ³
Chiautempan	64,051	3,506,555	68,914	3,773,005	78,053	4,273,055
Tlaxcala	80,044	4,382,190	84,790	4,642,070	93,445	5,115,840
Zacatelco	34,870	1,908,950	36,898	2,019,910	40,449	2,214,455

Fuente: Tabla realizada con información de <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/5.htm> Consejo Nacional de Población (CONAPO) y <http://www.tlaxcala.gob.mx/portal/municipios/tlaxcala/tlaxcala.html> (Datos obtenidos en julio del 2005).

Analizando la tabla anterior, observamos un incremento en el consumo del líquido en las dos siguientes décadas 2010 y 2020; esto es debido al crecimiento poblacional que se pronostica en las zonas de estudio. Por otro lado, comparando el consumo de agua potable de cada una de las décadas en estudio con respecto a las de extracción, observamos que hoy en día y en el futuro, la cantidad que se extrae anualmente es satisfactoria; al menos para la capital de Tlaxcala y solo para el consumo humano, dejando fuera el agrícola e industrial. (Ver tabla 08 extracción de agua en la Ciudad de Tlaxcala página 87.)

En la gráfica que se muestra a continuación, se muestra el comportamiento sobre la demanda del agua potable en las décadas señaladas; cruzando los datos obtenidos

del agua potable que se extrae, la cantidad de agua que requerirá y la proyección poblacional de cada una de las décadas en estudio. Obteniendo así, el siguiente resultado.



Fuente: Gráfica realizada con información de <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/5.htm> Consejo Nacional de Población (CONAPO) y <http://www.tlaxcala.gob.mx/portal/municipios/tlaxcala/tlaxcala.html> (Datos obtenidos en julio del 2005).

En la gráfica anterior, se aprecia el desarrollo de la demanda de agua potable en la zona, obteniendo un escenario positivo sobre extracción anual registrada hasta el momento que es de 12,187,000 m³ anualmente, donde en la década del 2010 se requerirá una dotación de 4,642,070m³ anualmente y para el 2020 un consumo de 5,115,840m³ anualmente. Con estos datos observamos que si mantienen esta cantidad de extracción del líquido se garantizará la dotación de agua potable para consumo humano.

Sin embargo, para ello se tendrá que planear y contar con una estrategia para el desarrollo urbano de Tlaxcala en el futuro, ya que la mancha urbana tiende a crecer por la densidad poblacional que se pronostica en el futuro. Además, debe contemplar los diversos factores expuestos en esta investigación, particularmente el factor topográfico que hasta cierto punto, frenaría el desarrollo urbano de la zona en mención, previendo una inversión gradual para poder remontar el o los umbrales detectados. (Mapa 09 página 85)

A continuación se realizan cálculos para el ingreso de la red de agua potable en la zona con posibilidad de alojar a los futuros asentamientos humanos para el año 2020. (Ver mapa 08 pronosis de dirección y desarrollo urbano para el 2020 en el corredor urbano en la página 84)

El siguiente cálculo podrá ser revisado en el capítulo de anexos en la página 136.

Drenaje en la Ciudad de Tlaxcala.

El drenaje es otra de las redes básicas de infraestructura que necesita cualquier ciudad para poder operar, la siguiente pronosis de la red de drenaje en la ciudad de Tlaxcala será abordada con base en las estadísticas anteriores del agua potable, debido a su estrecha relación de operación en una zona urbana, es decir la cantidad requerida y suministrada deberá tener una salida o regreso utilizando esta red de drenaje para su funcionamiento.

En la actualidad todas las aguas negras que provienen de la urbe de Tlaxcala son dirigidas a una sola planta llamada “Tlaxcala” ubicada en la periferia de la capital, la cual no solo realiza el tratamiento de las aguas residuales de dicha urbe sino de dos municipios más, Chiautempan y Totola.

En la planta, el proceso utilizado para la limpieza del agua es por medio de la estabilización. Dicha planta, además de tener este sistema de limpieza en el agua, tiene una capacidad instalada de 250.00 litros por segundo (l/s), misma que después es vertida al río Zahuapan, que funciona finalmente como el cuerpo receptor de toda esta agua tratada.

Gracias a registros técnicos (Bazant, Jan, 1998), se sabe que el desalojo de las aguas negras de una urbe es el 80% del suministro de la dotación del agua potable, en donde el 20% restante se pierde por fugas de la red o evaporación, por lo consiguiente se analizan los siguientes datos para la urbe de la Ciudad de Tlaxcala.

Tabla 11. Proyección de desalojo de aguas negras de la ciudad de Tlaxcala.

Población	Año 2005 población	Agua requerida anualmente m ³	Desalojo de aguas negras 80% en m ³	Año 2010 población	Agua requerida anualmen te m ³	Desalojo de aguas negras 80% en m ³	Año 2020 población	Agua requerida anualment e m ³	Desalojo de aguas negras 80% en m ³
Chiautempan	64,051	3,506,555		68,914	3,773,005		78,053	4,273,055	
Tlaxcala	80,044	4,382,409	3,505,972	84,790	4,642,070	3,713,656	93,445	5,115,840	4,092,672
Zacatelco	34,870	1,908,950		36,898	2,019,910		40,449	2,214,455	

Fuente: Tabla realizada con información de <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/5.htm> Consejo Nacional de Población (CONAPO) y <http://www.tlaxcala.gob.mx/portal/municipios/tlaxcala/tlaxcala.html> (Datos obtenidos en julio del 2005).

Se observa en la tabla anterior, que el desalojo de las aguas residuales de la urbe de Tlaxcala en el año 2005 es de 3,505,752 de m³ anualmente y también sabemos que la planta de tratamiento puede percibir 7,884,000m³ al año , lo cual nos indica que el umbral de tipo tecnológico de la red de alcantarillado no ha sido rebasado, al menos para la demanda de la ciudad de Tlaxcala .

Sin embargo, como ya se había escrito anteriormente, la planta tratadora de aguas negras “Tlaxcala” no solo procesa el agua de la capital, sino de dos municipios más en donde su descarga total de estos es de 220 litros por segundo.

Adicionalmente la Secretaría de Obras, Desarrollo Urbano y Vivienda del Estado de Tlaxcala tiene el proyecto de conectar en el 2005 las localidades de Zaragoza, San Juan y Quiahixtlán, pertenecientes al municipio de Totolac. En donde el desalojo de éstas será de 20 litros por segundo por lo que la capacidad de la planta será casi rebasada, atendiendo 240 litros por segundo (de 250 litros por segundo que es su capacidad total). Deduciendo que el umbral de capacidad de la planta será casi rebasado.

Por lo tanto, con los datos obtenidos, se realizará la prognosis de la red de alcantarillado al año 2020 para la ciudad de Tlaxcala.

Como punto importante y para obtener un dato más preciso en el cálculo de la capacidad en la planta, es necesario ingresar la población total de los municipios involucrados. A continuación se presenta la tabla de proyección poblacional.

Tabla 09. Proyección poblacional.

Población	Año 2005 población	Año 2010 población	Año 2020 población
Chiautempan	64,051	68,914	78,053
Tlaxcala	80,044	84,790	93,445
Totolac	18,752	21,913	23,415
Total	162,847	175,617	194,913

Fuente: <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/5.htm> Consejo Nacional de Población (CONAPO) Datos obtenidos en julio de 2005.

Los valores poblacionales anteriormente dados en la tabla, se utilizarán como un parámetro en el la capacidad que se reporta actualmente, tomando en cuenta la descarga del nuevo proyecto, que da un total en la capacidad de la planta de 240 litros por segundo, registrando una población total de los tres municipios involucrados de 162,847 habitantes en el año 2005.

Con este factor poblacional más la capacidad de la planta se obtendrá la prognosis para el año 2020 con el siguiente resultado.

Proyección total de habitantes en el 2020 de los municipios involucrados.

194,913 Habitantes.

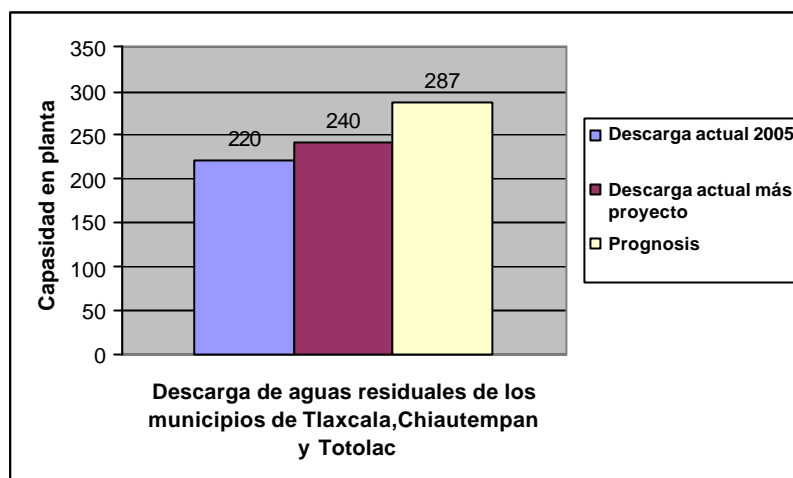
Se deduce lo siguiente.

162,847Hab.....240 litros por segundo.

194,913Hab.....X

Se requerirá de una capacidad instalada en la planta tratadora para el año 2020 de 288 litros por segundo, la siguiente gráfica 02 explica esta demanda deducida en la prognosis.

Grafica 02. Descarga de aguas residuales de los municipios de Tlaxcala, Chiautempan y Totolac.



Fuente: Gráfica realizada con información de <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/5.htm> Consejo Nacional de Población (CONAPO) y <http://www.tlaxcala.gob.mx/portal/municipios/tlaxcala/tlaxcala.html> (Datos obtenidos en julio de 2005).

Como se puede observar en la gráfica anterior, la red de alcantarillado se ve afectada circunstancialmente (en cuanto a su capacidad hoy en día) y requiere ampliar su capacidad de 250 l/s a 350 l/s, lo que se deduce como un umbral tecnológico rebasado.

A continuación, se realizan cálculos para el ingreso de la red de alcantarillado en la zona con posibilidad de alojar a los futuros asentamientos humanos para el año 2020. (Ver mapa 08 prognosis de dirección y desarrollo urbano para el 2020 en el corredor urbano en la página 84)

Energía eléctrica en la Ciudad de Tlaxcala.

La red de energía eléctrica en la ciudad de Tlaxcala la encontramos con un alto porcentaje en cuanto a su cobertura en dicha zona, concluyendo que este escenario tan positivo se debe principalmente a su estructura técnica. Es decir, que la infraestructura con la que está conformada la red eléctrica es por medio de torres, postes e inclusive ductos subterráneos que hacen posible el ingreso a cualquier zona, sin importar hasta cierto punto la topografía del terreno, porque la energía eléctrica no necesita de gravedad como en el caso de las otras dos redes (agua potable y drenaje).

Sin embargo, el estudio que se realizará para conocer la posible demanda en el futuro de energía eléctrica en la ciudad de Tlaxcala será contemplando la posible área propuesta anteriormente, la cual tiene posibilidad de recibir a los nuevos asentamientos humanos. (Ver mapa 09 Primer y último umbral en la ciudad de Tlaxcala, página 85).

En el estudio, determinaremos las barreras físicas naturales ha remontar para el ingreso de la red de energía eléctrica. A continuación, como dato importante conoceremos la demanda actualmente en la ciudad de Tlaxcala.

Como primera instancia, se obtuvo el siguiente dato sobre el consumo diario por persona en el Estado de Tlaxcala, el cual es de 1kva por habitante (Flores, David, 2005). Con dicho dato, se realizó la siguiente tabla 12 de consumo diario, con base en el número de habitantes que registra la ciudad de Tlaxcala en el 2005 y sus proyecciones futuras de 2010 y 2020 con base en estos rubros. Se obtuvo la siguiente información:

Tabla 12. Consumo diario de energía eléctrica por habitante de Tlaxcala.

Población	Año 2005 población	Consumo de energía eléctrica diaria por hab	Año 2010 población	Consumo de energía eléctrica diaria por hab	Año 2020 población	Consumo de energía eléctrica diaria por hab
Chiautempan	64,051	64,051 kva	68,914	68,914 kva	78,053	78,053 kva
Tlaxcala	80,044	80,044 Kva	84,790	84,790 kva	93,445	93,445 kva
Zacatelco	34,870	34,870 kva	36,898	36,898 kva	40,449	40,449 kva

Fuente: Tabla realizada con los datos obtenidos del Ing. David Flores. Dr. del Departamento de Subestaciones de Distribución de la Comisión Federal de Electricidad. División Centro Oriente. Zona Tlaxcala. (Datos obtenido en julio de 2005.)

En la tabla anterior, observamos que en el año 2005 se requiere diariamente de 80,044 kva para la ciudad de Tlaxcala; donde esta cifra es abastecida por dos subestaciones ubicadas en Santa Ana Chiautempan y Panotla, obteniendo un diseño técnico de anillo. O sea que, si alguna de ellas fallara en el suministro, la otra entraría de emergencia, garantizando así el servicio en el área. Cada una de las dos subestaciones, mantienen una subtransmisión de 115Kva y alimentan las áreas en mención ya sea habitacional, comercial e industrial, en donde el proceso de transmisión se realiza de la siguiente manera:

Después de la subestación de Santa Ana Chiautempan se tienen dos transformadores de tres fases con las siguientes características:

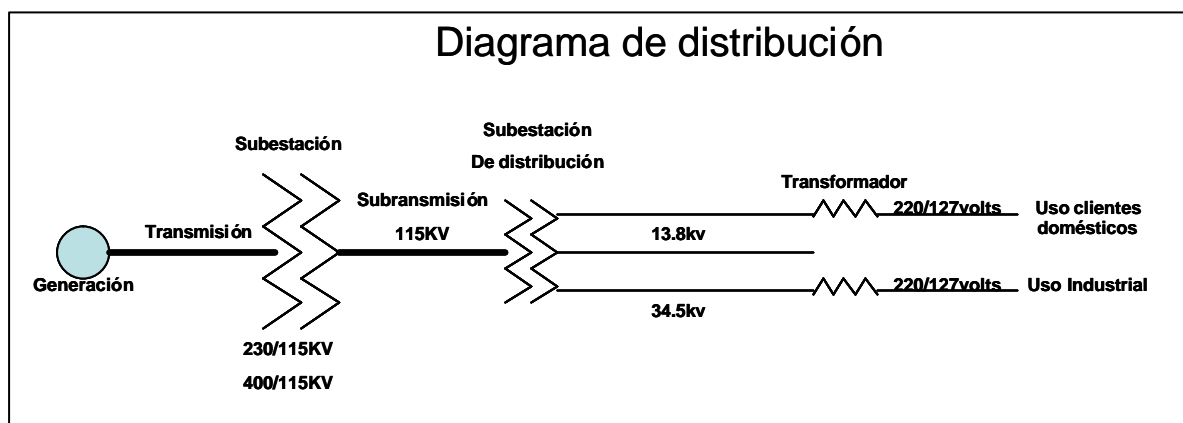
- 1T 3F-18/24/30 mva- 115/34.5kv-
- 2T
- 2T 3F-18/24/30 mva- 115/13.8kv

En Panotla se cuenta con un sólo transformador con las siguientes características:

- 1T 3F-18/24/30 mva- 115/13.8

Para poder entender los datos expuestos de la capacidad de los transformadores, se realizó la siguiente imagen del diagrama de distribución de la energía eléctrica.

Esquema 03.



Fuente: Esquema realizada con los datos obtenidos del Ing. David Flores. Dir. del Departamento de Subestaciones de Distribución de la Comisión Federal de Electricidad. División Centro Oriente. Zona Tlaxcala. (Datos Obtenidos en julio de 2005)

Con los datos obtenidos anteriormente, se realizarán los cálculos aproximados de la capacidad de la red de energía eléctrica sólo para el consumo de vivienda de la ciudad de Tlaxcala. (Ver tabla 13. Capacidad de la red de energía eléctrica).

Tabla 13. Capacidad de la red de energía eléctrica.

Población	Consumo de energía eléctrica diaria por hab hoy en día	Capacidad de demanda	Consumo de energía eléctrica diaria por hab en el 2020	Capacidad de demanda
Chiautempan	64,051 kva	8.54 MVA	78,053 kva	10.40 MVA
Tlaxcala	80,044 Kva	10.67 MVA	93,445 kva	12.45 MVA
Total	114,095 kva	19.21 MVA	171,498 kva	22.85 MVA
Capacidad en la red 115/13.8 kv del 2T de Chiautempan		18/24/30 MVA		18/24/30 MVA

Fuente: Tabla realizada con los datos obtenidos del Ing. David Flores. Dir. Departamento de Subestaciones de Distribución de la Comisión Federal de Electricidad. División Centro Oriente. Zona Tlaxcala. (Datos obtenidos en julio de 2005).

Como se puede observar la capacidad de la red de energía eléctrica en la zona, hoy en día mantiene un escenario positivo estando en el 75% de su capacidad; mientras que mantiene una cobertura en el servicio del 99% en la zona, indicando que es una de las redes con mejor cobertura.

Finalmente, la prognosis realizada al suministro de energía eléctrica requerida está garantizada hasta el 2020; sin embargo, se requerirá de una inversión gradual

conforme la mancha urbana se extienda. Por otro lado, en la zona que se propone para recibir a los nuevos asentamientos humanos (ver mapa 09 Primer y último umbral de la ciudad de Tlaxcala, página 85), la topografía que se tiene es regular, por lo consiguiente no se tendrá que remontar un umbral físico natural en la zona.

A continuación, se realizan cálculos para el ingreso de la red de energía eléctrica en la zona con posibilidad de alojar a los futuros asentamientos humanos para el año 2020. (Ver mapa 08 prognosis de dirección y desarrollo urbano para el 2020 en el corredor urbano en la página 84)

Ver el desarrollo del cálculo de la energía eléctrica en el apartado de anexos página 135.

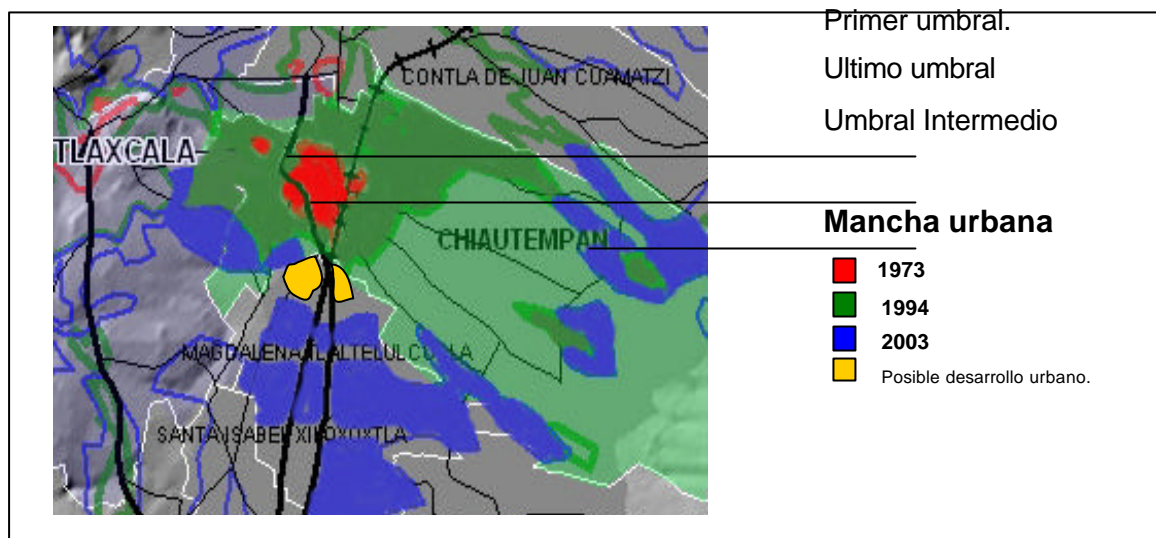
4.2.5 Sustento de prospectiva para el municipio de Chiautempan hacia el 2020.

El municipio de Chiautempan se caracteriza por contar con una industria textil muy sólida en la zona, la cual crea fuentes de trabajo. Por esta razón se deduce empíricamente, que el municipio ha tenido un considerable desarrollo urbano en toda su periferia y se observa un fenómeno muy peculiar que es la transición rural-urbano, en donde cada vez se pueden apreciar menos áreas de cultivo.

Este fenómeno ha hecho que el municipio redoble esfuerzos por planear el desarrollo urbano de la zona. Así mismo, sus redes de infraestructura se han ido modificando a lo largo de estas tres últimas décadas conforme su expansión territorial.

Como primer paso se averiguó la dirección y desarrollo urbano del municipio de Chiautempan, este crecimiento además arrojó los posibles umbrales remontados en el municipio durante las tres últimas. El siguiente mapa muestra gráficamente el desarrollo urbano en la zona en las tres últimas décadas.

Mapa 10. Primer y Último umbral del municipio de Chiautempan.



Fuente: INEGI.2000. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática. Área Geoestadística en Base. Con una sobreposición de Luis Montiel

Umbrales Detectados

Como se puede observar en la imagen anterior, el municipio de Chiautempan tuvo una gran densificación poblacional durante la década de los noventa ya que si comparan la mancha urbana de 1973 con respecto a la de 1993 se aprecia un fuerte desarrollo urbano durante en esta década. Así mismo, se puede observar como el municipio de Chiautempan ha mantenido una relación muy estrecha con la capital de Tlaxcala, encontrando una densificación poblacional de los dos municipios a tal grado que se han juntado las dos poblaciones teniendo como vínculo la carretera camino real, creando una extensa mancha urbana.

Sin embargo, durante la década del 2000, la dirección del desarrollo urbano de Chiautempan también se detectó en la parte norte, siguiendo el eje carretero (carretera 121) encontrándose al final el municipio de Apizaco el cual aloja una gran zona comercial, industrial y habitacional.

No obstante, este gran desarrollo urbano detectado en la periferia de Chiautempan sobretodo en la parte sur, lo deducimos como un fenómeno de urbanización

desacelerado debido a que se registró un lento crecimiento urbano, esto se lo atribuimos a la tenencia de la tierra, ya que se detectaron grandes extensiones territoriales con un dominio ejidal, en donde aún no se puede edificar.

Una vez detectada tanto la dirección y desarrollo urbano, como los posibles umbrales remontados con base en el historial de las manchas urbanas, será necesario conocer la posible área que pueda recibir a los nuevos asentamientos humanos en el 2020. (Ver mapa 08 prognosis de dirección y desarrollo urbano para el 2020 en el corredor urbano en la página 84). Dicha zona requerirá de la expansión de las redes de infraestructura básica (agua potable drenaje y energía eléctrica) para su funcionamiento; para ello será necesario conocer el consumo de cada una de ellas y sobre todo identificar las barreras físicas naturales que se enfrentaría cada red.

Como primer paso, se requerirá de la proyección poblacional al 2020 del municipio de Chiautempan, la cual nos indicará los rangos de consumo debido a que el análisis requiere de esta cifra en particular.

En la siguiente tabla 09, se muestra el dato de la proyección poblacional en el municipio de Chiautempan en el año 2005 hasta el 2020.

Tabla09. Proyección poblacional.

Población	Año 2005 población	Año 2010 población	Año 2020 población
Chiautempan	64,051	68,914	78,053
Tlaxcala	80,044	84,790	93,445
Zacatelco	34,870	36,898	40,449

Fuente: <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/5.htm> Consejo Nacional de Población (CONAPO). Datos obtenidos en julio de 2005.

En la tabla anterior se observa que el aumento población para el municipio en mención para el año del 2020 será de un 18%. Por otro lado, será necesario obtener tanto los datos de extracción de agua, como el número de fuentes en explotación y con ello realizar una comparación de consumo actual y futuro obteniendo la cantidad de líquido que se requiere.

La siguiente tabla 08 nos muestra los valores obtenidos de la cantidad de agua potable que se extrae así como el número de fuentes.

Tabla 08. Numero de pozos y manantiales en explotación.

Población Municipio	Número	Número	Volumen de extracción concesionada miles de m3		
	Pozo Profundo	Manantial	Pozo Profundo	Manantial	Total
Chiautempan	16		5334.6		5334.6
Tlaxcala	22	1	11555.35	632.59	12187.94
Zacatelco	10		1449.9		1449.9

Fuente: <http://www.tlaxcala.gob.mx/portal/municipios/tlaxcala/tlaxcala.html>. (Datos obtenidos en julio de 2005)

Se muestra en la tabla 08 que la extracción del líquido se realiza por medio de 16 pozos profundos; de los cuales se extrae una cantidad de 5,334,600m³ anualmente, viendo que el municipio no cuenta con otro tipo de abastecimiento ya sea superficial o de deposito como alguna presa de agua.

A continuación, se obtendrá la cantidad de agua que se requiere anualmente por medio de la densidad de población en el sitio. Es decir, la cantidad de agua requerida anualmente en el municipio de Chiautempan conforme al consumo medio diario por persona, en donde se sabe que dicho consumo es de 150 litros por día (Cruz, Inés, 2004). La siguiente tabla 14 muestra el consumo que se requerirá en las décadas del 2010 y 2020 en el municipio en mención

Tabla 14. Agua requerida en el municipio de Chiautempan.

Población	Año 2005 población	Agua requerida anualmente m ³	Año 2010 población	Agua requerida anualmente m ³	Año 2020 población	Agua requerida anualmente m ³
Chiautempan	64,051	3,506,555	68,914	3,773,005	78,053	4,273,055
Tlaxcala	80,044	4,382,190	84,790	4,642,070	93,445	5,115,840
Zacatelco	34,870	1,908,950	36,898	2,019,910	40,449	2,214,455

Fuente: Tabla realizada con información de <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/5.htm> Consejo Nacional de Población (CONAPO) y <http://www.tlaxcala.gob.mx/portal/municipios/tlaxcala/tlaxcala.html> (Datos obtenidos en julio del 2005).

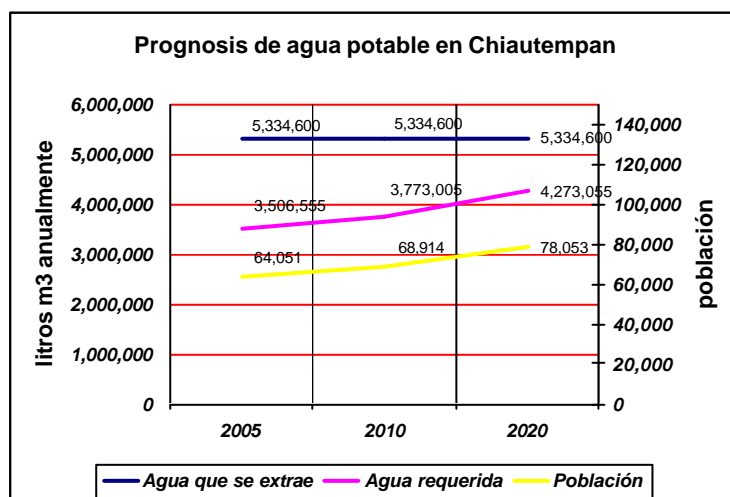
La información que se obtuvo en la tabla 14, muestra la cantidad de agua requerida en el año 2005 es decir se consume 3,506,555m³ anualmente. Si dicha cifra se

compara con el dato de la extracción, en donde se obtiene 5,334,600m³, encontramos un sobrante de 1,828,045m³ que se deduce en números satisfactorios. Cabe mencionar, que sólo estas cifras son específicamente para consumo humano; por lo cual no se está considerando la industria y mucho menos el riego agrícola.

El escenario para la década del 2010 y 2020 indica que la cantidad de consumo requerida no será sobrepasada; esto es según los datos de población que se obtuvieron en la tabla 14, pero se tendrá que considerar una optimización el recurso, dado que principiaría un escenario poco positivo, o sea que se contaría con una reserva mínima en la extracción del líquido; provocando así, la perforación de nuevos terrenos en busca de nuevas fuentes de abastecimiento en la zona.

En la siguiente gráfica 14, se analiza y se relaciona la información obtenida anteriormente, indicándo la demanda en litros requeridos en las décadas de investigación expuesta los metros cúbicos anualmente contra el consumo anual demandado por una proyección poblacional.

Gráfica 03.



Fuente: Gráfica realizada con información de <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/5.htm> Consejo Nacional de Población (CONAPO) y <http://www.tlaxcala.gob.mx/portal/municipios/tlaxcala/tlaxcala.html> (Datos obtenidos en julio del 2005).

La gráfica 03 nos muestra que la densidad de población en el municipio de Chiautempan se incrementa, pero a su vez no se tendrá un déficit en cuanto a la cantidad de líquido para consumo humano que se requerirá en el futuro, es decir las tres líneas de color en la gráfica 03. Principalmente la del agua que se extrae, no se cruza en ningún momento con la del agua requerida, misma que fue determinada por la densidad de población y esto se repite para cada escenario dentro de las décadas en investigación.

Otra variable importante que se determinó fue la forma en que se pronosticó la inversión para el ingreso de las redes de infraestructura básica en la zona; principalmente en las áreas con posibilidad de recibir a los nuevos asentamientos humanos en Santa Ana Chiautempan donde será de forma gradual; esto quiere decir que la inversión se invertirá conforme el desarrollo urbano se vaya consolidando en el área.

De acuerdo con los datos obtenidos, se realizan los cálculos de ampliación de la red de agua potable en Chiautempan (ver apartado de anexos en la página 135).

Red de drenaje en Chiautempan.

La red de drenaje en el municipio de Chiautempan, también ha tenido cambios en las últimas tres décadas, sobre todo por los grandes asentamientos humanos consolidados en la zona. Mismos que demandan el servicio, principalmente desarrollos habitacionales. Para calcular el desalojo de las aguas residuales como ya se había escrito anteriormente, es indispensable contar con los datos de consumo del agua potable de la zona; dicho factor nos brindará información para poder realizar los cálculos del desalojo de agua en el municipio.

En la siguiente tabla 14 se muestran los datos, en donde se identifica la demanda de agua potable respecto a la proyección poblacional del año 2010 y 2020 del municipio en mención.

Tabla 14. Proyección de agua requerida en el municipio de Chiautempan.

Población	Año 2005 población	Agua requerida anualmente m³	Año 2010 población	Agua requerida anualmente m³	Año 2020 población	Agua requerida anualmente m³
Chiautempan	64,051	3,506,555	68,914	3,773,005	78,053	4,273,055
Tlaxcala	80,044	4,382,190	84,790	4,642,070	93,445	5,115,840
Zacatelco	34,870	1,908,950	36,898	2,019,910	40,449	2,214,455

Fuente: Tabla realizada con información de <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/5.htm> Consejo Nacional de Población (CONAPO) y <http://www.tlaxcala.gob.mx/portal/municipios/tlaxcala/tlaxcala.html> (Datos obtenidos en julio del 2005).

La tabla anterior indica puntualmente el incremento del consumo requerido del líquido, específicamente en las dos décadas de investigación con un 12% más en el consumo de este líquido. Una vez obtenido este factor, se calculará el volumen en metros cúbicos sobre el desalojo de las aguas residuales que se generan en el municipio de Chiautempan.

Sabemos que el porcentaje de desalojo de las aguas residuales es el 80% del ingreso de la dotación del agua potable (Bazant, 1998: 294). A continuación se presenta la tabla 15 sobre el volumen de desalojo de aguas residuales del municipio de Chiautempan.

Tabla 15. Proyección de desalojo de aguas residuales en el municipio de Chiautempan.

Población	Año 2005 población	Agua requerida anualmente m³	Desalojo de aguas negras 80% en m³	Año 2010 población	Agua requerida anualmente m³	Desalojo de aguas negras 80% en m³	Año 2020 población	Agua requerida anualmente m³	Desalojo de aguas negras 80% en m³
Chiautempan	64,051	3,506,555	2,805,244	68,914	3,773,005	3,018,404	78,053	4,273,055	3,418,444
Tlaxcala	80,044	4,382,409	3,505,972	84,790	4,642,070	3,713,656	93,445	5,115,840	4,092,672
Zacatelco	34,870	1,908,950		36,898	2,019,910		40,449	2,214,455	

Fuente: Tabla realizada con información de <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/5.htm> Consejo Nacional de Población (CONAPO) y <http://www.tlaxcala.gob.mx/portal/municipios/tlaxcala/tlaxcala.html> (Datos obtenidos en julio del 2005).

La tabla 15 nos muestra como el volumen de las aguas residuales va en aumento, esto es debido al incremento poblacional que registra el municipio. Sin embargo, es importante mencionar que la planta tratadora "Tlaxcala" recibe tres ramales de los municipios en estudio Chiautempan, Ciudad de Tlaxcala y Totolac. Donde la

capacidad de la planta tratadora es de 250 litros por segundo (l/s). Comparando el desalojo actual de Chiautempan con 2,805,244m³ anualmente, con respecto a la capacidad anual de la planta (de 7,884,000m³) podríamos argumentar que no hay un déficit en la capacidad de la planta, solamente que hay que sumar los dos volúmenes de agua que arrojan los dos municipios más lo que incrementa el desalojo general con un total de 220 litros por segundo.

Con ello se contempla un proyecto en el cual se propone conectar en el 2005 las localidades de Zaragoza, San Juan y Quiahixtlán, pertenecientes al municipio de Totolac. El desalojo de estas será de 20 litros por segundo, por lo que la capacidad de la planta será casi excedida; atendiendo 240 litros por segundo, de 250 litros que es su capacidad total. Deduciendo que el umbral de capacidad de la planta será casi rebasado.

Con los datos anteriormente obtenidos, se realizará la prognosis de la red de alcantarillado al año 2020, para el municipio en mención.

Como punto importante y para obtener un dato más preciso en el cálculo de la capacidad de la planta es necesario ingresar la población total de los municipios involucrados. A continuación se presenta la tabla 16 de proyección poblacional.

Tabla 16. Proyección poblacional de los municipios de Chiautempan, Tlaxcala y Totolac.

Población	Año 2005 población	Año 2010 población	Año 2020 población
Chiautempan	64,051	68,914	78,053
Tlaxcala	80,044	84,790	93,445
Totolac	18,752	21,913	23,415
Total	162,847	175,617	194,913

Fuente: <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/5.htm> Consejo Nacional de Población (CONAPO)

Los valores poblacionales obtenidos en la tabla anterior, referentes a cada uno de los municipios involucrados durante el año 2005, dan un total de 162,847 habitantes, cantidad que tomaremos como parámetro para determinar el total de desalojo de

aguas residuales hacia la planta de tratamiento en donde se tiene una capacidad de 250 litros por segundo (l/s).

Con este factor poblacional más la capacidad de la planta, se obtendrá la prognosis sobre la descarga de las aguas residuales para el año 2020 obteniendo el siguiente resultado:

Proyección total de habitantes en el 2020 de los municipios involucrados.

194,913 Habitantes.

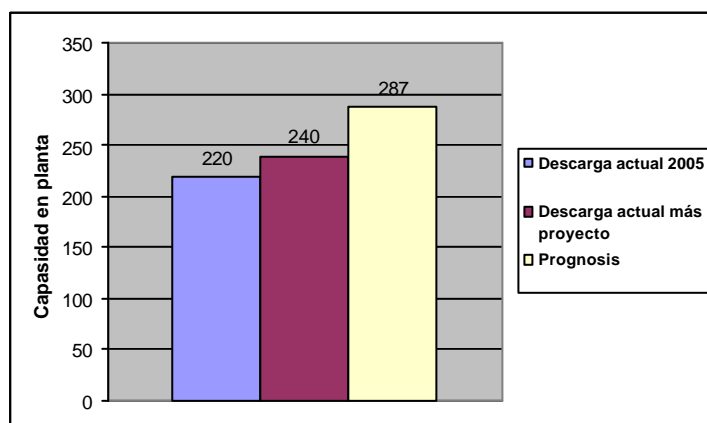
Se deduce lo siguiente.

162,847Hab.....240 litros por segundo.

194,913Hab.....X

Se requiere entonces, una capacidad instalada en la planta tratadora para el año 2020 de 288 litros por segundo. En la siguiente gráfica 04 se representa este desalojo de aguas residuales deducida por prognosis.

Grafica 04. Proyección de las descarga de aguas residuales de los municipios de Tlaxcala, Chiautempan y Totolac.



Fuente: Gráfica realizada con información de <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/5.htm> Consejo Nacional de Población (CONAPO) y <http://www.tlaxcala.gob.mx/portal/municipios/tlaxcala/tlaxcala.html> (Datos obtenidos en julio del 2005).

Como se puede observar en la gráfica anterior, la capacidad de la planta se ve afectada circunstancialmente en cuanto a su capacidad hoy día, deduciendo ampliar su capacidad de 250 l/s a 350 l/s, encontrando a este fenómeno como un umbral tecnológico rebasado en el futuro.

Uniendo la conexión de la red de drenaje del municipio de Totolac; la ciudad de Tlaxcala y Chiautempan, el rango de operación de la planta es mínimo. Además, si unimos el desalojo de las industrias y comercios, se infiere que hoy día ha sido rebasado el umbral de eficiencia de esta planta.

Finalmente para la década del 2020 el incremento demográfico que se proyecta en estos tres municipios, demandará el servicio gracias al gran incremento de desalojo de aguas residuales con un rango de 287 litros por segundo (l/s).

Con los datos que se obtuvieron, mismos que se presentan a continuación, se realiza el cálculo de la posible inversión que necesitará el municipio en mención para poder ingresar el servicio de la red de drenaje en el área propuesta de la prognosis realizada bajo la teoría de umbrales (ver desarrollo de cálculo en el apartado de anexos en la página 135).

Red de energía eléctrica.

El municipio de Chiautempan se encuentra en una zona topográficamente regular, deduciendo que el ingreso de la red de energía eléctrica a la zona no se enfrentará a grandes barreras físicas naturales que detengan su cobertura.

El consumo medio de energía eléctrica en el Estado de Tlaxcala es de 1kva por habitante (Fibres, David, 2005), en donde este dato nos proporcionará el apoyo para calcular la demanda doméstica requerida hoy en día y futura en el municipio de Chiautempan.

Tabla 17. Proyección de consumo diario de energía eléctrica por habitante del municipio de Chiautempan.

Población	Año 2005 población	Consumo de energía eléctrica diaria por hab	Año 2010 población	Consumo de energía eléctrica diaria por hab	Año 2020 población	Consumo de energía eléctrica diaria por hab
Chiautempan	64,051	64,051 kva	68,914	68,914 kva	78,053	78,053 kva
Tlaxcala	80,044	80,044 Kva	84,790	84,790 kva	93,445	93,445 kva
Zacatelco	34,870	34,870 kva	36,898	36,898 kva	40,449	40,449 kva

Fuente: Tabla realizada con los datos obtenidos del Ing. David Flores. Dir. Departamento de Subestaciones de Distribución de la Comisión Federal de Electricidad. División Centro Oriente. Zona Tlaxcala. (Datos obtenidos en julio de 2005).

Una vez obtenido el consumo diario de 64,051kva en el año de 2005 del municipio de Chiautempan, se obtiene el número de transformadores que suministran la energía en la zona, localizando dos transformadores (ver plano de la red troncal de 115KV. de la zona Tlaxcala, en el apartado de anexos) de tres fases con las siguientes características:

1T 3F-18/24/30 mva- 115/34.5kv

2T

2T 3F-18/24/30 mva- 115/13.8kv

Estos dos transformadores como podemos observar dotan el servicio al municipio; sin embargo hay que indicar que también estos dos transformadores suministran a la ciudad de Tlaxcala. La siguiente tabla 18 nos indica la capacidad en la red de energía eléctrica actual y a futuro comparada con la capacidad de los transformadores en operación.

Tabla 18. Proyección de capacidad en la red de energía eléctrica en el municipio de Chiautempan.

Población	Consumo de energía eléctrica diaria por hab hoy en día	Capacidad de demanda	Consumo de energía eléctrica diaria por hab en el 2020	Capacidad de demanda
Chiautempan	64,051 kva	8.54 MVA	78,053 kva	10.40 MVA
Tlaxcala	80,044 Kva	10.67 MVA	93,445 kva	12.45 MVA
Total	114,095 kva	19.21 MVA	171,498 kva	22.85 MVA
Capacidad en la red 115/13.8 kv del 2T de chiautempan		18/24/30 MVA		18/24/30 MVA

Fuente: Tabla realizada con los datos obtenidos del Ing. David Flores. Dir. del Departamento de Subestaciones de Distribución de la Comisión Federal de Electricidad. División Centro Oriente. Zona Tlaxcala.

La tabla 18 muestra la capacidad de la red de energía eléctrica en el municipio de Chiautempan; no se observa un déficit en cuanto al suministro ni en el año 2005, ni en las dos décadas futuras en investigación. Al ver que dicha red se encontraría aproximadamente en un 70% de su capacidad de servicio según resultados de la prognosis en la tabla 18.

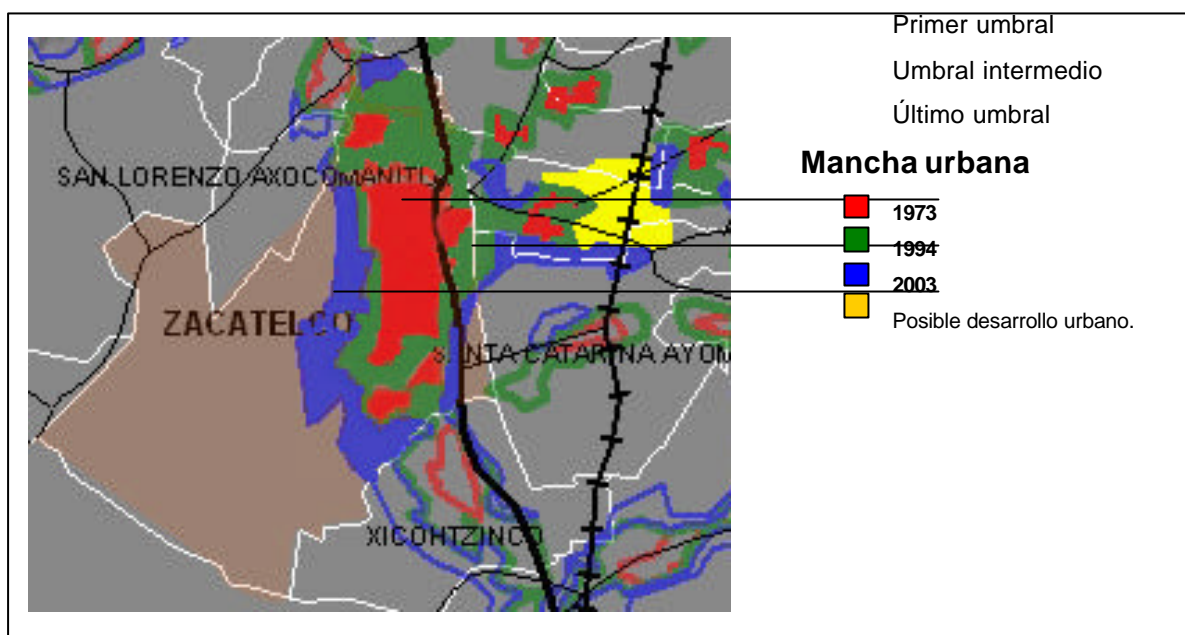
Con estos datos, se aprecia que el ingreso de la red de energía eléctrica en la proyección de las nuevas zonas que recibirán a los asentamientos humanos en el futuro, no requerirán inversiones concentradas o puntuales para el ingreso de esta red, debido a que en la zona propuesta no se detectaron barreras físicas naturales; requiriendo así, una inversión gradual. Es decir, se invertirá conforme se vaya consolidando la mancha urbana.

4.2.6 Sustento de prospectiva para el municipio de Zacatelco hacia el 2020.

Zacatelco es otro de los municipios que aloja un gran asentamiento humano que se ha consolidado por etapas durante las tres últimas décadas, situación que ha provocado que se manifieste una transición rural-urbano a una gran velocidad, visualizándolo en el siguiente mapa 11, que nos muestra dicho crecimiento además de localizar y entender la dirección urbana durante las tres últimas décadas; deduciendo con ello los umbrales remontados en el municipio bajo la teoría de los umbrales.

Reflejando además la topografía regular del municipio de Zacatelco, no cuenta físicamente con grandes pendientes, cañadas o ríos dentro del área que determinen su dificultad en el ingreso de las redes de infraestructura básica, además no requiere de tecnología sofisticada que le permita distribuir el servicio a las comunidades que lo demanden.

Mapa 11. Primer y Último umbral de Zacatelco



Fuente: INEGI.2000. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática. Área Geoestadística en Base. Con una sobreposición de Luis Montiel.

Umbrales Detectados

Así mismo el mapa 11 muestra el área propuesta que recibirá a los nuevos asentamientos humanos en la prognosis hacia el año 2020, la cual podemos observar en color amarillo ubicándola en la parte oriente del municipio de Zacatelco, dentro de Santa Catarina Ayometla.

Esta área se dedujo, principalmente por alojar a nuevos asentamientos humanos que ya están habitándola, vislumbrando que en el futuro toda esta área se consolidará urbanamente; producto del desarrollo industrial y comercial que se genera en Zacatelco que produce trabajo a sus habitantes. Este fenómeno a su vez pone en alerta a los municipios de Santa Catarina Ayometla y Quilehtla, dado que la zona que posiblemente se consolide esta dentro de estos dos últimos. (Ver mapa 11 Primer y último umbral de Zacatelco)

Dicha consolidación urbana provocaría que las redes suministren el área en el futuro, donde en algunos casos se tendrá que enfrentar a umbrales físicos naturales pero sobre todo los de tipo tecnológico; debido a la inexistencia de un programa de desarrollo urbano en donde no se ha contemplado el equipo necesario en caso de una expansión urbana.

A continuación se realiza la investigación sobre la operación de las redes básicas de infraestructura (agua potable, drenaje y energía eléctrica) actual así como la proyección futura para los años 2010 y 2020.

Red de agua Potable.

Para la realización de la prognosis de la red de agua potable es conveniente contar tanto con los datos de extracción del líquido, así como el número de fuentes. Por otro lado, será indispensable contar con la densidad de población actual del municipio en mención, así como la proyección de la misma hacia los años 2010 y 2020. A continuación, la tabla 19 muestra datos de la extracción del líquido y sus fuentes; la tabla 20, la proyección poblacional.

Tabla 19. Extracción de agua en el municipio de Zacatelco.

Población	Número	Número	Volumen de extracción concesionada miles de m3		
Municipio	Pozo Profundo	Manantial	Pozo Profundo	Manantial	Total
Chiautempan	16		5334.6		5334.6
Tlaxcala	22	1	11555.35	632.59	12187.94
Zacatelco	10		1449.9		1449.9

Fuente: <http://www.tlaxcala.gob.mx/portal/municipios/tlaxcala/tlaxcala.html> (Datos obtenidos en julio del 2005)

Tabla 20. Proyección poblacional al 2020 del municipio de Zacatelco.

Población	Año 2005 población	Año 2010 población	Año 2020 población
Chiautempan	64,051	68,914	78,053
Tlaxcala	80,044	84,790	93,445
Zacatelco	34,870	36,898	40,449

Fuente: <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/5.htm> Consejo Nacional de Población (CONAPO). Datos obtenidos en julio 2005.

Para conocer el consumo de agua potable (específicamente del sector humano), se requerirá el número poblacional más la dotación media diaria por persona que es de 150litros/día (Cruz, Inés, 2004). Una vez obtenidas las dos variables, el resultado se comparará con la cifra de extracción del año 2005.

La siguiente tabla 21 de la proyección al 2020 de agua requerida en el municipio de Zacatelco nos indicará los metros cúbicos que se requiere para el suministro humano durante esta década, así como la prognosis en las décadas del 2010 y 2020.

Tabla 21. Proyección al 2020 de agua requerida en el municipio de Zacatelco.

Población	Año 2005 población	Agua requerida anualmente m ³	Año 2010 población	Agua requerida anualmente m ³	Año 2020 población	Agua requerida anualmente m ³
Chiautempan	64,051	3,506,555	68,914	3,773,005	78,053	4,273,055
Tlaxcala	80,044	4,382,190	84,790	4,642,070	93,445	5,115,840
Zacatelco	34,870	1,908,950	36,898	2,019,910	40,449	2,214,455

Fuente: Tabla realizada con información de <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/5.htm> Consejo Nacional de Población (CONAPO) y <http://www.tlaxcala.gob.mx/portal/municipios/tlaxcala/tlaxcala.html> (Datos obtenidos en julio del 2005).

Comparando la cifra del consumo de agua potable del año 2005 sabemos que se requiere 1,908,950/m³; si esta cantidad la comparamos con la de extracción con una cifra de 1,449,900/m³, podemos concluir que hay un déficit en la extracción de 459,050/m³, deduciendo que se requerirá de nuevas fuentes de extracción en la zona para poder cubrir el consumo requerido del líquido demandado en la zona. Con el apoyo de los datos obtenidos, se observa que la proyección a futuro de esta red mantiene un escenario negativo; sabiendo que la proyección poblacional para el año 2020 va en acenso, en donde será de vital importancia encontrar nuevas fuentes de abastecimiento.

Para poder cubrir este déficit encontrando, se requerirá una inversión de tipo puntal o concentrada según la teoría de umbrales, esto quiere decir que las autoridades tendrán que invertir inmediatamente el monto para realizar los proyectos sobre la extracción y distribución del líquido.

Recordemos que la tabla 21 en página 112 nos muestra el incremento de consumo de agua potable, esto debido a la densificación poblacional que se pronostica en el año 2020 en el municipio mencionado, con una aproximado de 40,449 habitantes con un consumo de 2,214,455/m³.

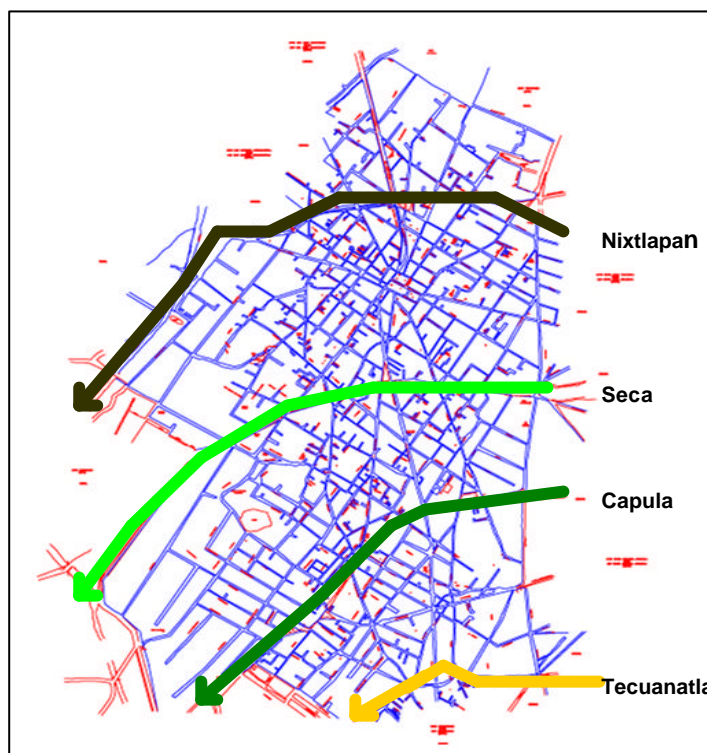
Tanto Zacatelco como los municipios de Ayometla y Quilehtla, bajo la prognosis realizada con base en la teoría de umbrales, se deduce que probablemente la dirección y crecimiento urbano de las zonas estarán casi unidos. Por este motivo, se consideraría mantener una relación muy estrecha de estos municipios para poder cooperar en la toma decisiones en el futuro sobre los nuevos asentamientos humanos que se pronostican en la zona.

Además, los umbrales detectados en los dos municipios mencionados, la topografía del lugar es de tipo regular; por lo tanto, no se requerirá de una inversión de tipo puntual, ya que conforme se vaya consolidando el crecimiento urbano se irá realizando la inversión para el ingreso de cada una de las redes de infraestructura básica.

Red de drenaje.

Dentro del municipio de Zacatelco el 100% las aguas residuales son captadas por barrancas, estanques y pequeños arroyos que atraviesan la zona de Este a Oeste desembocando alguno de ellos en el río Zahuapan, sin antes tener algún tipo de tratamiento, ocasionando así la contaminación del agua del río, dejando a su paso malos olores y sobre todo la erosión de la tierra. Además, se detecta en Zacatelco, la falta de una planta tratadora de aguas residuales que pueda ayudar en la limpieza de toda esta agua residual y poder reutilizarla al menos para el riego agrícola de la zona, contribuyendo además en la reducción de contaminación en aire y tierra. Dicho que el agua residual es captada por cañadas y pequeños arroyos el siguiente plano 09, nos muestra la localización de las 4 barrancas más importantes que funcionan de drenaje general en el desalojo de las aguas residuales, comenzando de norte a sur por la barranca, Nixtlapan, Seca, Capula y Tecuanatla.

Plano 09. Localización de barrancas receptoras de aguas residuales en el municipio de Zacatelco.



Fuente: Dirección de Desarrollo Urbano, de la Secretaría de Obras Públicas Desarrollo Urbano y Vivienda. (Datos obtenidos en julio de 2005)

Con los datos obtenidos anteriormente, se podría decir que esta red de drenaje se encuentra tecnológicamente atrasada, impidiendo hasta cierto punto el desarrollo urbano de la zona, poniendo en peligro la salud de los habitantes de la urbe. Es importante enfatizar, que la red de drenaje tendrá que ser regularizada y es necesario renovar ciertas secciones de la red para poder operar con eficiencia en el futuro.

A continuación, se realiza el cálculo del desalojo de las aguas residuales de la urbe de Zacatelco. Se obtuvieron los siguientes datos, definidos primordialmente por el número poblacional (ver siguiente tabla 20) que determina el consumo de agua potable (ver siguiente tabla 19), obteniendo a su vez el volumen de desalojo de las aguas residuales (ver siguiente tabla 22).

Tabla 20. Proyección poblacional al 2020 en el municipio de Zacatelco.

Población	Año 2005 población	Año 2010 población	Año 2020 población
Chiautempan	64,051	68,914	78,053
Tlaxcala	80,044	84,790	93,445
Zacatelco	34,870	36,898	40,449

Fuente: <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/5.htm> Consejo Nacional de Población (CONAPO) Datos obtenidos en julio del 2005.

Tabla 19. Extracción de agua en el municipio de zacatelco.

Población	Número	Número	Volumen de extracción concesionada miles de m3		
Municipio	Pozo Profundo	Manantial	Pozo Profundo	Manantial	Total
Chiautempan	16		5334.6		5334.6
Tlaxcala	22	1	11555.35	632.59	12187.94
Zacatelco	10		1449.9		1449.9

Fuente: <http://www.tlaxcala.gob.mx/portal/municipios/tlaxcala/tlaxcala.html> (Datos obtenidos en julio del 2005).

Tabla 22. Proyección de desalojo de aguas residuales en el municipio de Zacatelco.

Población	Año 2005 población	Agua requerida anualmente m³	Desalojo de aguas negras 80% en m3	Año 2010 población	Agua requerida anualmente m³	Desalojo de aguas negras 80% en m3	Año 2020 población	Agua requerida anualmente m³	Desalojo de aguas negras 80% en m3
Chiautempan	64,051	3,506,555	2,805,244	68,914	3,773,005	3,018,404	78,053	4,273,055	3,418,444
Tlaxcala	80,044	4,382,409	3,505,972	84,790	4,642,070	3,713,656	93,445	5,115,840	4,092,672
Zacatelco	34,870	1,908,950	1,527,160	36,898	2,019,910	1,615,928	40,449	2,214,455	1,771,556

Fuente: Tabla realizada con información de <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/5.htm> Consejo Nacional de Población (CONAPO) y <http://www.tlaxcala.gob.mx/portal/municipios/tlaxcala/tlaxcala.html> (Datos obtenidos en julio del 2005).

Los resultados obtenidos en la tabla 22, muestran un incremento en la población hacia el 2020, lo que generará una mayor cantidad de aguas residuales que requerirán de un tratamiento para ser dirigidas hacia el río Zahuapan.

Lo que las autoridades correspondientes tendrán que generar, es una estrategia para el desarrollo incondicional de la planta tratadora de aguas residuales con una capacidad de procesamiento en planta de 2,000,000/m³ anualmente, ya que se prevé una densificación poblacional dentro del municipio el cual demandará en el futuro este servicio público. Cabe mencionar que este volumen antes presentado es solamente del sector habitacional, faltaría analizar la calidad del desalojo y volumen

de esta agua provenientes de la industria y comerci3 que si bien se sabe es una zona con un alto 3ndice industrial.

Red de energ3a el3ctrica.

Para la realizaci3n de la progn3sis de la red de energ3a el3ctrica es indispensable contar con la densidad de poblaci3n en la zona, as3 como tambi3n lo es la proyecci3n de la misma en las d3cadas de estudio, requiriendo adem3s el consumo medio diario de energ3a el3ctrica por habitante para tener el consumo total de la poblaci3n.

Dicho consumo medio de energ3a el3ctrica en el Estado de Tlaxcala es de 1kva por habitante (Flores, David, 2005), dato importante que ayudar3 a calcular la demanda dom3stica requerida en el a3o 2005 en el municipio de Zacatelco.

A continuaci3n, la tabla 23 nos indica el consumo diario de energ3a el3ctrica por habitante en el municipio de Zacatelco, nos muestra tambi3n el comportamiento para las d3cadas del 2010 y 2020, sabiendo de antemano acerca del incremento poblacional proyectado. Se refleja un aumento aproximado del 10 % para cada una de las d3cadas en investigaci3n

Tabla 23. Proyecci3n de consumo diario de energ3a el3ctrica por habitante en el municipio de Zacatelco.

Poblaci3n	A3o 2005 poblaci3n	Consumo de energ3a el3ctrica diaria por hab	A3o 2010 poblaci3n	Consumo de energ3a el3ctrica diaria por hab	A3o 2020 poblaci3n	Consumo de energ3a el3ctrica diaria por hab
Chiautempan	64,051	64,051 kva	68,914	68,914 kva	78,053	78,053 kva
Tlaxcala	80,044	80,044 Kva	84,790	84,790 kva	93,445	93,445 kva
Zacatelco	34,870	34,870 kva	36,898	36,898 kva	40,449	40,449 kva

Fuente: Tabla realizada con los datos obtenidos del Ing. David Flores. Dir. del Departamento de Subestaciones de Distribuci3n de la Comisi3n Federal de Electricidad. Divisi3n Centro Oriente. Zona Tlaxcala. (Datos obtenidos en julio de 2005).

Los datos obtenidos sobre el consumo de energ3a el3ctrica se compararán con la capacidad del transformador general del sitio y a su vez con el de la progn3sis en las

décadas en investigación (ver tabla 24). Como contexto, el transformador se ubica en el municipio de Papalotla, el cual tiene las siguientes características: (ver plano 07 Red troncal de 115 Kv de la zona de Tlaxcala en anexo , página 150).

1T 3F-12/16/20 mva- 115/13.8kv

Tabla 24. Proyección de capacidad en la red de energía eléctrica en el municipio de Zacatelco.

Población	Consumo de energía eléctrica diaria por hab	Capacidad de demanda	Consumo de energía eléctrica diaria por hab en el 2020	Capacidad de demanda
Zacatelco	34,870 kva	4.64 MVA	40,449 kva	5.39 MVA
Total	114,095 kva	4.64 MVA	171,498 kva	22.85 MVA
Capacidad en la red 115/13.8 kv del 2T de Chiautempan		18/24/30 MVA		18/24/30 MVA

Fuente: Tabla realizada con los datos obtenidos del Ing. David Flores. Dir. del Departamento de Subestaciones de Distribución de la Comisión Federal de Electricidad. División Centro Oriente. Zona Tlaxcala. (Datos obtenidos en julio de 2005).

En la tabla 24, se muestra un aseguramiento de energía eléctrica durante el año 2005. Debido a que el consumo requerido es de 4.6 MVA; cantidad que, al compararla con la capacidad de trabajo del transformador (que cuenta con 18/24/30 MVA), se aprecia que se encuentra al inicio de su capacidad.

En cuanto a la década pronosticada para el año 2020, el consumo requerido será del 22.85 MVA concluyendo así, que la capacidad del transformador estaría por la mitad de su operación total. Sin embargo, tomemos en cuenta algo importante sobre esta red; aunque se pronostica un escenario positivo sobre el suministro de energía, se requerirá de una planeación para lograr un mejor aseguramiento del suministro. Debido a que se detectó, con ayuda de la teoría de umbrales, el probable lugar adecuado para la expansión de la mancha urbana, estando libre de barreras físicas naturales que puedan demorar o incrementar el costo de su ingreso.

En síntesis

Los tres municipios en estudio: la Ciudad de Tlaxcala, Santa Ana Chiautempan y Zacatelco, bajo la aplicación de la teoría de umbrales y su pronóstico hacia la década del año 2020, fueron determinados fundamentalmente por una variable muy lógica: la densidad poblacional actual, donde se pronostica un crecimiento aproximado para el año 2020 del 12% en los municipios mencionados. En concreto, esta variable detonará una gran demanda de servicios públicos básicos, en donde cada municipio tendrá que estar preparado para afrontar estos suministros requeridos.

Principalmente el servicio de agua potable, que cualquier comunidad o asentamiento humano requiere (gracias a que es de vital importancia para sobrevivir), hoy día su operación y suministro detectado en las áreas de investigación es bueno. Sin embargo, en las zonas que se encuentran en una transición rural-urbano, se detectó un servicio limitado; es decir, el suministro es realizado por horarios, lo que conduce a los habitantes a tomar medidas de almacenamiento del líquido en grandes depósitos; impactando en la calidad de servicio, la situación mencionada.

Generalmente, esta situación fue corroborada en sitio y es muy peculiar verla en desarrollos urbanos no planeados ya consolidados; mismos que a su vez por ser áreas que no cuentan con un plan de desarrollo donde se cuente con un uso de suelo mixto, origina la atracción de nuevos asentamientos humanos en el sitio principalmente de comercios y pequeñas industrias que van descompensando las redes de infraestructura básica detonando un rezago tecnológico en los equipos y materiales de las redes, teniendo como resultado un servicio limitado.

Por otro lado, la mala administración y planeación de la red de agua potable ha originado una sobre explotación de los mantos acuíferos que han exterminando el recurso natural en las localidades, haciendo más difícil la extracción del líquido, abriendo nuevos pozos de agua a mayor profundidad.

Otra de las redes que se detectó, que no cuenta con un servicio adecuado y que además en los últimos años no ha podido recuperarse tecnológicamente, es la red de drenaje. Localizando en los municipios Tlaxcala y Chiautempan una red de drenaje compartida que es dirigida hacia la planta tratadora de aguas residuales Tlaxcala. Este punto, particularmente representa un reto para las autoridades gracias a que son los dos municipios que registran el mayor nivel de población con un porcentaje aproximado del 70% hasta el año del 2005. Se sabe que su población incrementará 12% aproximadamente con miras al año 2020, lo cual nos indica que se requerirá una infraestructura más robusta de la red de drenaje. Se define así, un escenario en el cual, el umbral de eficiencia ha sido rebasado por el bajo proceso de la planta en mención. Sin embargo, para este caso, afortunadamente las autoridades correspondientes han estado contemplando la ampliación de dicha planta para el año 2006.

Con respecto al Municipio de Zacatelco, las cosas no son tan favorables, ya que se detectó un sistema de drenaje arcaico en donde sólo se tienen colectores naturales, como cañadas y grietas que funcionan como conductores de estas aguas negras y como grandes depósitos. En algunos casos estas grietas naturales cuentan con una inclinación topográfica que sirve como canales que dirigen el líquido a cielo abierto, atravesando toda la mancha urbana, ocasionando la contaminación del suelo y del aire. Poniendo en peligro, la salud de los habitantes.

Aunque el Estado contempla la realización de una planta tratadora de aguas negras en esta localidad, la presión social ha impedido su edificación retrasando aún más la infraestructura de este servicio; específicamente en la que se refiere a no donar el terreno que necesario para su construcción. Se sabe que es de vital importancia su construcción para el beneficio del municipio en el futuro, dado que se pronostica un incremento poblacional en el municipio, requerirá del servicio.

En cuanto a la red de energía eléctrica, se pudo detectar que cuenta con una mayor cobertura habitacional, comercial e industrial, en todos los municipios en estudio. Esto quiere decir que, hoy día no ha sido rebasado el umbral de eficiencia. Por otro

lado, es la única de las infraestructuras que invierte constantemente en proyecciones futuras. De tal forma que garantiza el servicio a futuro, cada 10 años.

Finalmente, las posibles áreas detectadas que recibirán a los nuevos asentamientos humanos fueron determinadas por la aplicación de la teoría de umbrales para cada uno de los municipios en estudio, llegando a entender el crecimiento y dirección de la mancha urbana pasada y futura; sustentando estas posibles zonas que se diagnosticó serán consolidadas en el futuro, tratando de apoyar técnicamente en determinar la mejor ubicación del terreno con la finalidad de no enfrentarse a un déficit de los servicios básicos de infraestructura mencionados.

Esencialmente, para la ciudad de Tlaxcala que cuenta con una topografía muy irregular, impide y retarda el ingreso de los servicios básicos públicos o en el peor de los casos, en donde las autoridades municipales o estatales se enfrentarán a tratar de solventar inversiones puntuales para poder dotar a las áreas que lo requieren.

Para los casos de Chiautempan y Zacatelco la inversión en el futuro debe ser de forma gradual. Esto significa que, conforme se vaya urbanizando se requerirá de la inversión, siempre que se tenga un plan de desarrollo en estas redes para no caer de nueva cuenta en un umbral de eficiencia rebasado.

CONCLUSIONES

El acelerado crecimiento urbano detectado (en la Ciudad de Tlaxcala y en los municipios de Chiautempan y Zacatelco) con base en la mancha histórica urbana, que data de las tres últimas décadas, ha alterado las redes básicas de infraestructura existentes; de tal forma que se han tenido que ajustar, más de una vez, nuevas conexiones debido al consumo requerido; donde el objetivo principal es suministrar a las comunidades.

Una de las causas que propician que el fenómeno suceda, es el cambio económico que hace muchos años era determinante. En donde por siglos anteriores estas comunidades se dedicaron a la explotación de la tierra (agrícola) y es aquí donde el desarrollo tecnológico industrial que se ha dado hoy día, ha modificado esta fuente económica, propiciando el desarrollo urbano industrial que a su vez origina un desajuste en los usos de suelo, determinando un enorme consumo de servicios básicos que éstos requieren.

Ante tal situación el Gobierno del Estado ha tomado acciones para la planeación del desarrollo urbano. Sin embargo, aún en varias localidades, no se ha tenido el éxito que se pretende porque no se han negociado nuevos acuerdos sobre la consolidación de la infraestructura en las comunidades. Por ejemplo, la no consolidación de la planta tratadora de aguas residuales para el municipio de Zacatelco, misma que no se concretó ya que los dueños de esos terrenos no han logrado una negociación con las autoridades para la venta de los mismos retrasando aún más el proyecto.

Considero que, otra de las causas que han mermado la planeación urbana es la falta de dirección y estrategia que den solución a escenarios negativos, en los cuales se requiere remontar barreras de tipo físico y natural a las que se deberá enfrentar el desarrollo urbano. Por ejemplo: grandes pendientes, cañadas y ríos, entre otros, que transitoriamente detienen el crecimiento urbano determinado por la teoría de los umbrales.

Si bien se determinaba en la hipótesis planteada por Terrazas, en donde se decía que las vías de comunicación son un factor principal para el desarrollo urbano (debido a la facilidad para obtener los servicios públicos como: agua potable, drenaje y energía eléctrica) porque en estas vías fluyen las líneas principales de las redes básicas de infraestructura, se puede apreciar que desde la teoría de los umbrales estas vías representadas por las carreteras 119 y 121, mismas que conforman el corredor urbano Tlaxcala-Santa Ana-Chiautempan-Zacatelco, funcionan como barrera física estructural. Lo que quiere decir que si el desarrollo urbano avanza del otro lado de esta vía, requerirá de infraestructura adicional para poder remontar esta barrera. Además, estas mismas vías funcionan como patrón en la dirección del desarrollo urbano (ver plano 10 umbrales detectados en el corredor urbano página 123).

Acerca del diagnóstico y los umbrales

Hoy día, los municipios con un porcentaje favorable en el servicio de estas redes básicas son Tlaxcala y Chiautempan, lugares donde más del 90% de cobertura lo tienen resuelto, lo que significa que es en la mayoría de estas redes. Se concluye entonces, con base empírica, que este desarrollo fructífero es por ser los dos primeros municipios que han vivido tempranamente la transición rural-urbano.

Sin embargo, para el municipio de Zacatelco el escenario es diferente porque se detectó (por medio del diagnóstico) un déficit en la extracción del agua potable, ya que no cuenta con los litros de consumo que se requieren como mínimos por el número de habitantes registrados; si a esto se le suma el consumo comercial e industrial, la cifra de consumo incrementa considerablemente. Situación para la cual, se recomienda la búsqueda de nuevos pozos de agua potable.

No solo esta red de agua potable tiene este déficit, sino que también se descubrió por medio del diagnóstico un atraso tecnológico en la red de drenaje de Zacatelco al no contar con una planta tratadora de aguas residuales para esta mancha urbana; ocasionando la contaminación de cañadas y arroyos que es donde se descargan

estas aguas negras. Ante tal situación se recomienda como primera instancia la construcción de la planta tratadora de aguas residuales.

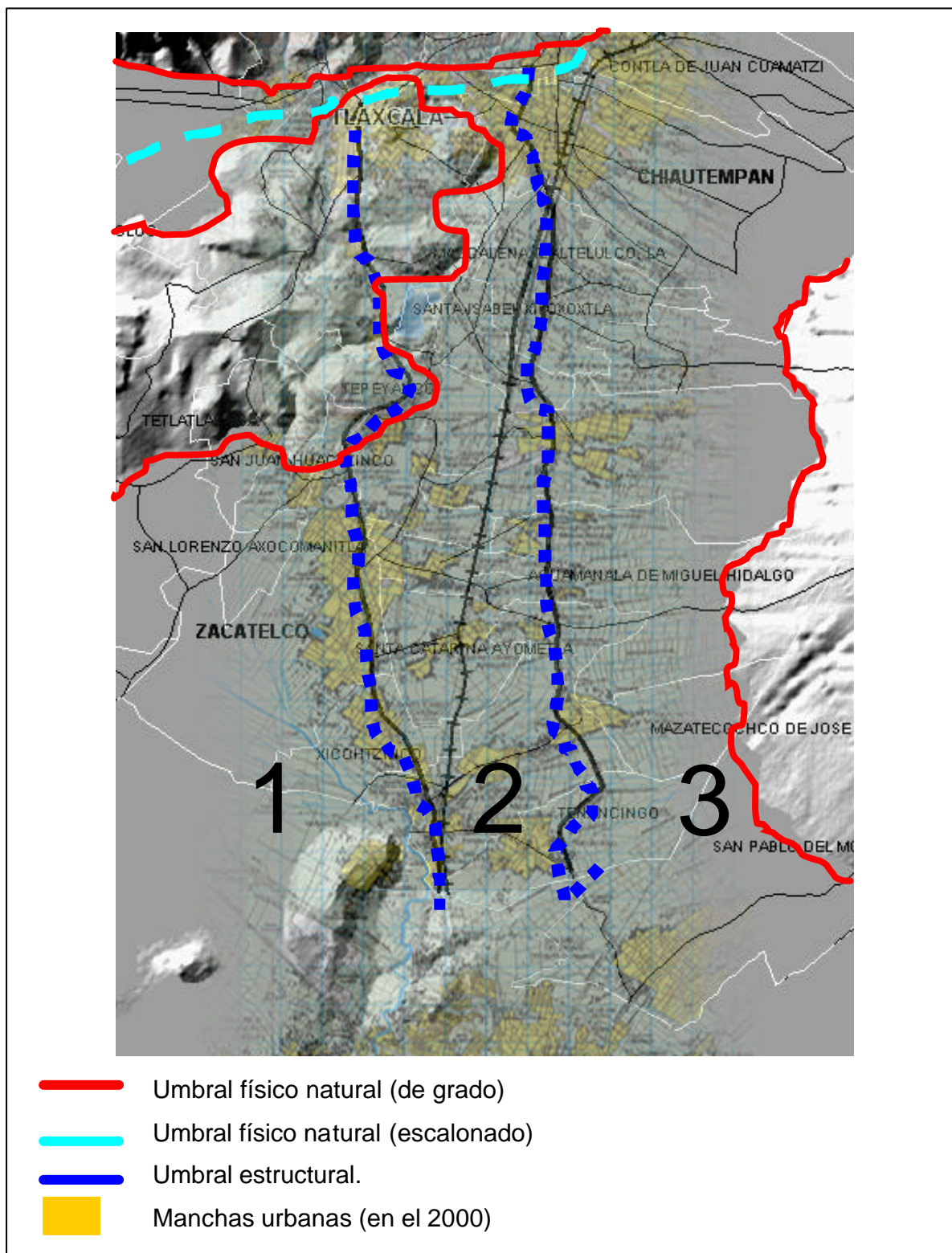
Ante tales recomendaciones, se tendrá que considerar la proyección poblacional de cada una de las localidades en estudio, la cual será necesaria para tomar en cuenta un parámetro en el cálculo de las redes y abastecimiento de las mismas y a su vez los rangos obtenidos nos podrán proporcionar la inversión que se requiere, ya sea gradual o en el peor de los casos de tipo puntual, esta última causada por no haber considerado los factores antes mencionados o simplemente por tener ya el problema expuesto a resolver.

En cuanto al tipo de umbrales (físico natural), se detectaron los que se denominan “de grado” para la ciudad de Tlaxcala específicamente por contar con una topografía irregular; para los otros dos municipios en estudio (Chiautempan y Zacatelco) probablemente el desarrollo urbano no se enfrente a este tipo de umbral debido a que su topografía es casi regular o plana.

Los umbrales de tipo escalonado se detectaron en la parte norte de la Ciudad de Tlaxcala, siendo el río Zahuapan el que ha detenido momentáneamente el crecimiento de la capital de Tlaxcala.

Los ejes viales determinados como “umbrales estructurales” por la teoría de los umbrales, han influido de cierta manera en el crecimiento urbano de las áreas en investigación. Se ha determinado que dichas áreas seccionan la región en tres partes, donde las redes de infraestructura tendrán que ser planeadas para poder remontar estos umbrales de tipo estructural. (Ver plano 10 umbrales detectados en el corredor urbano en la página 123).

Plano 10. Umbrales detectados en el corredor urbano.



Fuente: INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática. Área Geoestadística en Base. Arq. Balazs Nemeth con una sobre posición del Arq. Luis Montiel.

Con los datos generales expuestos anteriormente, deducimos que la aplicación de la teoría de umbrales en la investigación permitió tener un acercamiento al problema de una manera sólida; se pudieron comprobar en primera instancia, las hipótesis realizadas y posteriormente realizar la prognosis. Deduciendo así, tanto el desarrollo y dirección urbana de la zona, como la evaluación de las redes de infraestructura actual y su prognosis; además de obtener datos precisos que contribuyen como apoyo para la mejora del plan de desarrollo urbano indicando las zonas con posibilidad de recibir a los nuevos asentamientos humanos, sin la necesidad de invertir costos extraordinarios para el ingreso de las redes básicas de infraestructura. Por otro lado, se obtuvo información sobre las zonas en donde se requiere de una pronta inversión para poder encontrar nuevas fuentes de agua potable así como el ingreso de una planta tratadora de aguas residuales. Además de detectar las zonas con menos posibilidad de recibir a estos asentamientos humanos, ya que se requeriría una inversión extra para poder remontar los umbrales encontrados.

Para el caso de la ciudad de Tlaxcala, como se pudo observar en la prognosis, su desarrollo y dirección probable la deducimos a lo largo de la carretera 119 en dirección a Puebla, en donde el umbral a remontar en la zona será de dos tipos: uno de grado, ya que por su topografía tan irregular sería una limitante en el desarrollo urbano y otro de tipo tecnológico, en el cual la maquinaria y los materiales se enfrentarán a ciertas capacidades de servicio.

En el caso del Municipio de Santa Ana Chiautempan, mismo que por su gran desarrollo industrial, detona una sobrepoblación requiriendo áreas urbanas; misma población que a su vez dará pauta a remontar umbrales de tipo tecnológicos en la zona. Además de requerir tanto nuevas fuentes de abastecimiento de agua potable como del ingreso de una ampliación de red en la zona para su distribución. Finalmente la red de drenaje también requerirá de estos cambios para ofrecer un servicio eficiente, dando así la posibilidad de requerir otra planta de aguas residuales.

En el municipio de Zacatelco se requerirá de un seguimiento particular y estratégico en el cual se concluya el ingreso de una planta tratadora de aguas residuales en la zona que se encargará de abastecer a la mayoría del Municipio. Por otro lado, se requerirá abrir nuevos pozos de agua potable porque el resultado obtenido en la prognosis no fue satisfactorio. Se deduce que la red de agua potable en el municipio de Zacatelco ha sido rebasada, detectando un umbral tecnológico.

Así mismo, comprobamos en la hipótesis general que: El crecimiento infraestructural del corredor urbano Tlaxcala-Santa Ana Chiautempan-Zacatelco, en el Estado de Tlaxcala, se ha desarrollado anárquica y desarticuladamente, además de manera polarizada, debido a que no se han contemplado sus barreras físicas, tecnológicas y estructurales.

Debido a los datos presentados anteriormente y sustentando la información a través del diagnóstico y pronóstico sobre las zonas urbanas con problemas de desarticulación en las redes y desarrollo urbano, así como el crecimiento anárquico de asentamientos humanos irregulares con un mal servicio o en el peor de los casos la carencia de ellos, propiciados generalmente por barreras físicas naturales (ríos, cañadas, grandes pendientes y barrancas) y otras veces por una estructura tecnológica obsoleta obteniendo un servicio con mala calidad.

Hoy día, aún no se han contemplado diseños con propuestas ecológicas que propongan nuevas alternativas en la operación de las redes básicas, por ejemplo: en la red de alcantarillado con la separación de aguas negras, grises y pluviales. Con base en la operación de estas redes básicas se recupera y reutiliza el líquido para nuevos procesos que requieren las actividades urbanas. Lo anterior, cual repercutiría en una mejora en el tratamiento de aguas residuales teniendo un volumen menor mejorando la eficiencia y tiempo en la purificación del agua.

Sobre los resultados obtenidos de la prognosis.

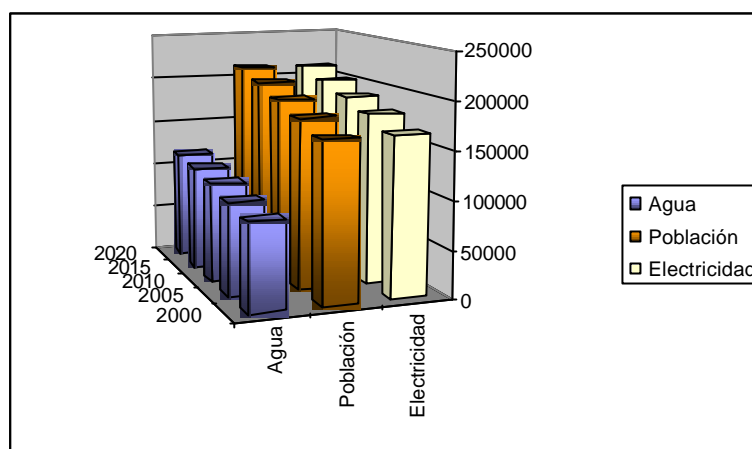
La cobertura del agua potable en la zona nos indica un escenario favorable para casi toda el área del corredor urbano. Cabe mencionar que la red de energía eléctrica es una de las redes con un mayor porcentaje en cuanto a cobertura y dotación. Sin embargo, estos dos servicios actúan de manera conjunta, ya que se requiere principalmente de la energía eléctrica para el funcionamiento de bombas de agua, ya sea para la extracción o para el bombeo en la dotación.

Como primera instancia, encontramos un superávit en cuanto a la red de energía eléctrica en toda la zona, garantizando el servicio. Sin embargo, para la red de agua potable no es el mismo caso, independientemente que estén de la mano las dos redes; el agua potable requiere de otros factores secundarios para su extracción y distribución complicando su ingreso.

A continuación se presenta un cruce de información realizado de estas dos importantes redes. Sin embargo, se requirió encontrar un rubro principal en el cual los parámetros debían girar con relación a éste para obtener una comparación, rubro que se dedujo como la densidad poblacional. ¿Por qué? La respuesta sería que este factor de densidad poblacional es el que permite como primera instancia, la elaboración de aproximaciones de requerimientos básicos en cualquier ámbito; principalmente en la dotación de algún recurso ya que es la fuente principal para tomarla como rango básico.

Una vez obtenido el dato principal, se obtuvieron los datos generales de población de los tres municipios en estudio, obteniendo una población total en el año 2000 de 166,526 con una proyección en el 2020 de 211,947 habitantes. Dicho factor, será el eje principal para poder medir y comparar los servicios (redes de infraestructura básica). Se obtuvo el siguiente cruce de información acerca de dos importantes redes: agua potable y energía eléctrica.

Gráfica 05. Conjunción de datos de agua potable y energía eléctrica en base a la densidad de población.



Fuente: Gráfica realizada con información de <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/5.htm> Consejo Nacional de Población (CONAPO) y <http://www.tlaxcala.gob.mx/portal/municipios/tlaxcala/tlaxcala.html> (Datos obtenidos en julio del 2005).

En la imagen anterior, se puede observar que esta relación de datos cumple el siguiente cometido: primero, la barra intermedia es considerada como un eje principal en donde los otros dos rubros de agua potable y energía eléctrica serán comparados; segundo, las barras que interpretan los valores de agua potable están consideradas en miles de metros cúbicos, es por ello que su rango gráficamente es menor. No obstante, cubre perfectamente la demanda requerida por la población existente a través de la extracción actual del líquido.

Por otro lado, el consumo de energía eléctrica respecto al consumo doméstico es favorable. Como ya se había escrito anteriormente, se cuenta con un superávit en la región que abastece perfectamente tanto este rubro como el industrial. Por lo tanto, se tiene asegurado el consumo.

Finalmente, lo que nos indica esta relación de datos es que la red con menos porcentaje favorable en la prognosis es la del agua potable, debido a que se requerirá de nuevas fuentes de abastecimiento, mismas que puedan soportar la demanda en el futuro.

Otro de los rubros que se tomó en cuenta para poder realizar la conjunción de datos fue de nueva cuenta el agua potable y el drenaje, tomando la densidad de población como un eje principal para desarrollar la comparación.

Dicha comparación la tomamos como un rubro importante en el desarrollo urbano, por estar ligada en cuanto a funcionamiento. Sin embargo, cabe aclarar que la energía juega un papel importante dentro de las dos redes, ya que sin ella no sería posible el funcionamiento de bombas y de plantas tratadoras de aguas residuales.

Por lo anterior, esta comparación de resultados de las dos redes fue presentada de manera escrita y no gráfica, por estar en desventaja en el municipio de Zacatelco ya que no cuenta con una planta tratadora de aguas residuales que pueda abastecer.

Hacia unas recomendaciones teóricas

La teoría de umbrales es una herramienta metodológica ideal en la planeación del desarrollo urbano en ciudades de transición, la cual no debe de rebasar el millón de habitantes en la conglomeración urbana, ya que este factor influiría en un sin fin de variables que la herramienta, no contempla y lo cual conduciría a salir del acotamiento metodológico.

Por otro lado, la metodología podrá ser aplicada siempre y cuando la meta que se proponga, profundice en aspectos cuantitativos para obtener los datos más cercanos a la realidad. Así mismo, se centra principalmente en las redes de infraestructura básica como variable fundamental para el desarrollo de futuros escenarios urbanos.

Es aquí, donde los escenarios determinados por redes básicas (agua potable, drenaje y energía eléctrica) permiten abrir o seguir con el crecimiento urbano en las zonas que cumplen con cada uno de los aspectos físicos naturales y tecnológicos, previendo no caer en inversiones extraordinarias que encarezcan la dotación y la de los medios físicos que sean parte de la operación de una infraestructura, como puede ser maquinaria, herramienta y material especial.

Apoyándose en aspectos económicos, la teoría de umbrales gira principalmente sobre los métodos de inversión, mismos que pueden ser de forma gradual (o parcial) para los umbrales de grado; esto quiere decir que conforme la mancha urbana se desarrolle, ya sea el Estado o el área administrativa invertirá paulatinamente en el ingreso de la infraestructura básica. Por el contrario, para los umbrales escalonados en donde se requerirá de un capital neto para poder sufragar la barrera y con ello dotar de servicios a la zona urbana, los métodos de inversión deben ser totales.

La investigación histórica referente al primer y último umbral dentro del crecimiento urbano, es determinada por la metodología, la cual permite averiguar la posible dirección del desarrollo urbano convirtiéndolo en el futuro umbral a remontar, además de conocer el probable comportamiento y velocidad de la consolidación urbana. Se tienen a la vez, diferentes variables útiles en el desarrollo de una prognosis basada en décadas permitiendo obtener resultados contundentes y tiempos más certeros para la toma de decisiones de las áreas administrativas en función.

Para finalizar; obtener un dato principal dentro de la planeación urbana con base en la teoría de umbrales (que es las probables áreas físicas que reciban los asentamientos humanos) se puede señalar que hay posibilidad de administrarse de la siguiente manera: Se dividirá la zona total registrada del 2020 en tres espacios de tiempo (a corto plazo, mediano y futuro) en los cuales, este método nos permitirá conocer la importancia espacial además de conocer el tipo inversión preferentemente gradual. Por otro lado, se conocerá la relación de los usos de suelo obteniendo un dato importante sobre el desplazamiento de los habitantes y se determinará un sistema de enlaces con el contexto.

De igual forma, la concentración de actividades que puedan desarrollarse por la industria o comercio que se plantee en las zonas propuestas y con ello mantener una planeación muy estricta que provocará el desarrollo urbano en su contexto determinando identidades que se generarán por los habitantes que mantienen sus actividades urbanas en la zona.

Con lo anterior, definimos a la teoría de umbrales como una herramienta estratégica básica en la planeación del desarrollo urbano.

Hacia unas recomendaciones técnicas

Debido a los fenómenos detectados en los tres municipios en estudio y con base a la investigación realizada se proponen las siguientes alternativas:

Para el caso de la ciudad de Tlaxcala, la recomendación es contemplar las zonas propuestas dentro de esta investigación que propone las zonas a futuro con posibilidad de recibir a los nuevos asentamientos humanos, ya que con ello el Estado invertirá de forma gradual el ingreso de las redes de infraestructura; sin requerir costos extraordinarios en el futuro que puedan mermar otros proyectos de mejora en la comunidad.

Por otro lado, el municipio de Santa Ana Chiautempan (que mantiene una relación muy estrecha con la ciudad de Tlaxcala) tendrá que contemplar como primera instancia encontrar nuevas fuentes de agua potable en la zona que le puedan garantizar la demanda en el futuro ya que es un municipio con un desarrollo potencial industrial. Además de determinar un plan en donde se reactiven zonas habitacionales para no extender más la mancha urbana y caer en el desabasto de las principales redes de infraestructura.

Para el caso del municipio de Zacatelco, es fundamental encontrar nuevas fuentes de abastecimiento de agua potable para consumo humano porque tiene déficit en cuanto a la extracción del líquido y finalmente la construcción inmediata de una planta tratadora de aguas residuales. Sin embargo, para el caso en donde se propone la zona que recibirá a los nuevos asentamientos humanos se tendrá que planear perfectamente para no caer nuevamente en servicios interrumpidos.

Finalmente, se requiere para los tres municipios una mejora tecnológica en cuanto a esta red de drenaje en donde se pueda iniciar un proyecto de separación de aguas

negras, grises y pluviales para el mayor aprovechamiento de este líquido con el fin de contribuir al cambio de las nuevas urbanizaciones sustentables.

Bibliografía.

- AGUILERA, ROJAS, JAVIER, 1977. Teoría urbanística en la colonización española de América. Las ordenanzas de nueva población, en Ciudad y Territorio, 3/1977, España:Madrid.
- ALTIMIR, O, 1982. La distribución del ingreso en México 1950-1977, Banco de México. México: Distrito Federal.
- ANGOTTI, THOMAS, 1993. Metropolis 2000, Routhledge,. USA: New York.
- ASCHER, FRAONCOIS, 1995. Metápolis ou l'avenir des villes, Editions Odile Jacob. Francia: Paris.
- AUGÉ, MARC, 1993. Los no lugares: espacios del anonimato; antropología sobre modernidad, Gustavo Gilli. España: Barcelona
- ACO, CATALDO, P. RAÚL, 1980. Metodología de la investigación científica. Ed. Universo, Lima, Perú.
- BODESLAW, MALISZ, 1974. Análisis de posibilidades de desarrollo urbano, IPN (mimeo), México: Distrito Federal.
- BAZANT JAN S, 1998. Manual de diseño urbano. Ed. Trillas. México: Distrito Federal.
- CAPPOLA, PAULA, 1980. Análisis y diseño de los espacios que habitamos. Ed. Concepto. México: Distrito Federal.
- CASTELLS, MANUEL, 1973. Imperialismo y Urbanización en América Latina. Ed. Gustavo Gilli: España: Barcelona.
- CASTELLS, MANUEL, 1982. La cuestión urbana, Siglo XXI. México.
- CASTELLS, MANUEL, 1990. Estrategias de desarrollo metropolitano en las grandes ciudades españolas: articulación entre crecimiento económico y calidad de vida, en BORJA Jordi y CASTELLS M., Las grandes ciudades en la década de los noventa, Sistema. Ed. Gustavo Gilli: España: Madrid.
- CERDÀ, IDELFONS, 1979. Las cinco bases de la teoría general de la urbanización. España: Madrid.
- CERTEAU, MICHEL, 1996. La invención de lo cotidiano, Artes de hacer, Universidad Iberoamericana, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente y Centro Francés de Estudios Mexicanos y Centroamericanos, México: Distrito Federal.
- CORRAL y BÉKER, CARLOS, 2001. Lineamientos de diseño urbano. Ed.Trillas. México: Distrito Federal.
- DELGADO, JAVIER, 1990. De los anillos a la segregación. La Ciudad de México 1950-1987, en Estudios Demográficos y Urbanos, Vol. 5, núm. 2, mayo-agosto, El Colegio de México. México: Distrito Federal.
- DELGADO, JAVIER, 1991. Centro y Periferia en la Estructura Socio-espacial de la Ciudad de México, en SCHTEINGART Martha, Espacio y Vivienda en la Ciudad de México, El Colegio de México y I Asamblea de Representantes del Distrito Federal. México.
- GARCÍA COLL JULIO. 1993. Apuntes de Diseño de los Asentamientos Humanos. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México: Distrito Federal.
- GARCÍA, BELLIDO, JAVIER, 1995. La estructura de los modelos urbanísticos en algunos estados europeos y americanos, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. España: Madrid.
- GARZA, GUSTAVO, 1985. El proceso de industrialización en la Ciudad de México 1821-1970, El Colegio de México. México: Distrito Federal.

GARZA, GUSTAVO, 1987. Distribución de la industria en la Ciudad de México. 1960-1980, en El Colegio de México, Atlas de la Ciudad de México, Departamento del Distrito Federal. México.

INEGI, Sistema Municipal de Base de Datos (SIMBAD) 1989-1994, México.

IRACHETA, ALFONSO, 1984. El suelo urbano, recurso estratégico para el desarrollo urbano, Universidad Autónoma del Estado de México, México: Estado de México.

JUÁREZ, NERI, VICTOR, 1995. Metropolización y vivienda. Propuestas de solución al problema de la vivienda en la ZMCM, Instituto Politécnico Nacional. México: Distrito Federal.

LEGORRETA, JORGE, 1992. El medio ambiente de los asentamientos ilegales y su impacto en la calidad de vida, en CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN, La Zona Metropolitana de la Ciudad de México, situación actual y perspectivas demográficas y urbanas, CONAPO. México.

LYNCH, KEVIN, 1985. La buena forma de la ciudad, Gustavo Gili. España: Barcelona.

LYNCH, KEVIN, 1998. La imagen de la ciudad, Gustavo Gili. España: Barcelona.

MAUSS, MARCEL, 1974. Introducción a la etnografía. Ediciones Istmo. España: Madrid.

NOGUERA, ESTEBAN, 2003. La ordenación urbanística: conceptos, herramientas y prácticas. Electa. España: Barcelona.

RÉBORA, TONGO, ALBERTO, 1978. Desarrollo Urbano: Aplicación de la teoría de los umbrales para evaluar estrategias de desarrollo urbano. Secretaría de asentamientos humanos y obras públicas. México: Distrito Federal.

RÉBORA, TONGO, ALBERTO, 2000. Hacia un nuevo paradigma de la planeación de los asentamientos humanos. Políticas e instrumentos de suelo para un desarrollo urbano sostenible, incluyente y sustentable, el caso de la región oriente en el valle de México, PUEC y otros. México: Distrito Federal.

TERRAZAS, REVILLA, OSCAR, 1995. Anuario de Estudios Urbanos. Los ejes de la metropolización. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México: Distrito Federal.

TERRAZAS, REVILLA, OSCAR, 2003. Anuario de Estudios Urbanos Centralidad y globalización en la ciudad de México. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México: Distrito Federal.

UNIKEL, LUIS, 1976. El desarrollo urbano de México. El Colegio de México, México: Distrito Federal.

YIN, ROBERT, 1984. Case study research. Design and methods, USA, Sage Publication. Traducción Jorge Ortiz Segura.

ZÁRATE, MARTÍN, ANTONIO, 2003. El espacio Interior de la ciudad. Ed. Síntesis. España: Madrid.

Tesis

RUEDA, GAONA, J. ANTONIO, 2003. *Uso y renta del suelo en el desarrollo urbano de la Ciudad de México*. Tesis.Universidad Politécnica de Cataluña y CONACYT, Barcelona.

DÍAZ, GODINEZ, SAÚL, 1996. Pobreza y territorio en México (caso de estudio: La zona metropolitana de la ciudad de México 1950-1994. Maestría. Instituto Politécnico Nacional, México. DF.

Páginas Web.

COPLADET, 2002. Dirección de Informática y Estadística. Unidad de Estadística datos proporcionados por: Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal. Subgerencia de Agua Potable y Saneamiento. Fuentes de abastecimiento y volumen de extracción concesionada de agua potable. *Disponible en* <http://www.tlaxcala.gob.mx/portal/municipios/tlaxcala/tlaxcala.html>.

INEGI, 2002. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Disponible en <http://www.tlaxcala.gob.mx/portal/municipios.html>.

INEGI, 2000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; datos proporcionados por INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda, 2000. Disponible en <http://www.inegi.gob.mx>

Norma Oficial mexicana PROY -NOM-181 -SSA1-1998, salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Requisitos sanitarios que deben cumplir las sustancias germicidas para tratamiento de agua, de tipo doméstico. Disponible en <http://www.aguadecalidad.com/id40.htm>

CNA, 2000. Comisión Nacional del Agua CNA. Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento. Disponible en <http://www.cna.gob.mx>

Contribución y entrevistas.

FLORES, David, 2005. Departamento de Subestaciones de Distribución Comisión Federal de Electricidad. División Centro Oriente. Zona Tlaxcala.

REYES, Gilberto, 2005. Secretaría de Obras Públicas Desarrollo Urbano y Vivienda (SECODUVI).

CRUZ, Ines, 2004. Dirección de Agua Potable y Saneamiento. Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda. SECODIVI.

Arq. Luis Gonzaga Montiel Ortiz.

Información personal

- Estado civil: Casado
- Nacionalidad: Mexicana
- Edad: 29 años
- Lugar de nacimiento: México, D.F.
- RFC: MOOL-741202-FP8
- Cédula profesional: 2712692

Especialización en Diseño, planeación urbana

Educación

2003 - 2004 Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco.

Arquitectura

1993 - 1997 Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco.

Bachillerato con especialidad en Físico Matemáticas

1989 - 1992 Escuela Colegio de la Comunidad del Edo. de Méx.

Experiencia laboral

Académico en el Departamento de Arquitectura

junio 2001 a la fecha

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Estado de México
Departamento de Arquitectura.

Teléfono: 5864-5555 ext. 3201

Integrador Tecnológico

diciembre de 2000 a junio 2001

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Estado de México
Departamento de Cómputo Especializado.

Teléfono: 5864-5555 ext. 3141

Arquitecto Projectista

febrero de 1998 a noviembre de 2000

Dirac S.A. de C.V.

Teléfono 5598-2160

Capacitación

Curso de Autocad versión 14

Impartido por la Universidad Autónoma Metropolitana

Duración del curso marzo 1997-noviembre 1997

Unidad xochimilco

Curso de Archicad Junior 6.0

Impartido por la Empresa Consultoría e Innovación Arquitectónica. en el ITESM – CEM

Duración del curso 16 hrs. Enero del 2000

ITESM Campus Estado de México

Curso de Studio Tools 9.5

Impartido por la empresa Oficinas de Alias Wavefront.

Duración del curso 40 hrs. Mayo 2001

Oficinas de Alias Wavefront

Curso de 3DVIZ

Impartido por ITESM Campus Monterrey.

Duración del curso 24 hrs. Octubre 2001

ITESM Campus Monterrey.

ANEXOS

Cálculos

A continuación se presenta el estimado de inversión de tipo gradual para desarrollo urbano en la zona con posibilidad de recibir asentamientos humanos en la ciudad de Tlaxcala, según proyección bajo la aplicación de la teoría de umbrales.

La zona que se deduce para recibir estos asentamientos es un área topográficamente irregular por lo cual se contemplo este factor para poder realizar la estimación de la inversión.

Por otro lado se apego al programa de desarrollo municipal en el rubro de uso de suelo y densidad permitida como estándar para calcular el monto de la inversión necesaria de las rede de infraestructura como H1 en donde sólo se permite construcciones hasta dos niveles.

Los datos que a continuación se describen fueron obtenidos por BIMSA (Construction Market Data Group) en su edición de Costos por Metro Cuadrado de construcción por Ing. Leopoldo Varela Alonso en el 2004. La siguiente tabla 25 se tomará como base para btificar 1 ha en un terreno con pendiente del 10% con una densidad alta en donde los lotes propuestos son de 150 a 200m² c/u con acarreos de 5+10 Km.

Tabla 25. Importe estimado por partida.		
Partida	%	\$/M ²
Terracerías	15.55	22.7
Pavimentos y Banquetas	18.15	26.49
Agua potable	3.9	5.7
Alcatarillado sanitario	6.91	10.09
Drenaje Pluvial	3.42	4.99
Electrificación y alumbrado	18.8	27.45
Telefonía	4.55	6.64
Jardinado y equipamiento	7.43	10.84
Condiciones generales	21.26	31.03
Total	100	145.97
Nota: Estos precios incluyen indirectos y utilidad de contratistas de 24% y un estimado de costos de proyecto y licencias los cuales pueden variar +/- 5%.		

Fuente: Autor VARELA Leopoldo, Costos por metro cuadrado de construcción, BIMSA Construction Market Data Group. México 1999.

Ahora bien en la ciudad de Tlaxcala se estima un aumento de población de 13,401 habitantes al año 2020, para poder conocer el área requerida para urbanizar es indispensable tener el siguiente dato de la densidad neta de población por hectárea.

Tabla 07. Densidad neta de población por hectárea en el 2000.

Población	Densidad Neta de hab /ha
Chiautempan	103 hab/ha
Tlaxcala	164 hab/ha
Zacatelco	40.7 hab/ha

Fuente: Tabla realizada con información de COPLADET, Dirección de Informática y Estadística. Unidad de Estadística; datos obtenidos del INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda, 2000.

Para el caso de la ciudad de Tlaxcala obtenemos el siguiente dato sobre el área a urbanizar en el 2020.

1ha-----164 habitantes
X -----13,401 habitantes

Resultado 81.71 has.

Con este dato obtenido se obtendrá el monto de la partida.

1m²-----\$145.97
810,000m²----- \$

Resultado \$118,235.700 pesos

Es preciso mencionar nuevamente que la forma de inversión para el proceso de urbanización en esta zona de la ciudad de Tlaxcala será de tipo gradual por otro lado es una zona que no requerirá de inversiones extraordinarias ya que topográficamente no cuenta con grandes pendientes.

Si tomamos en cuenta el factor de inversión gradual lo sintetizamos gráficamente de la siguiente manera.

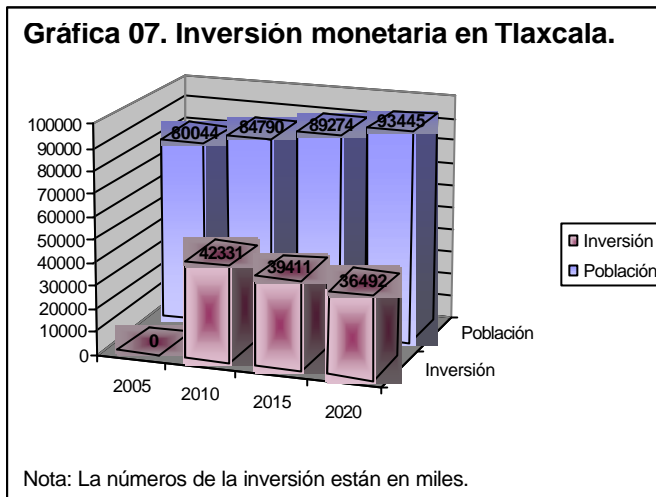


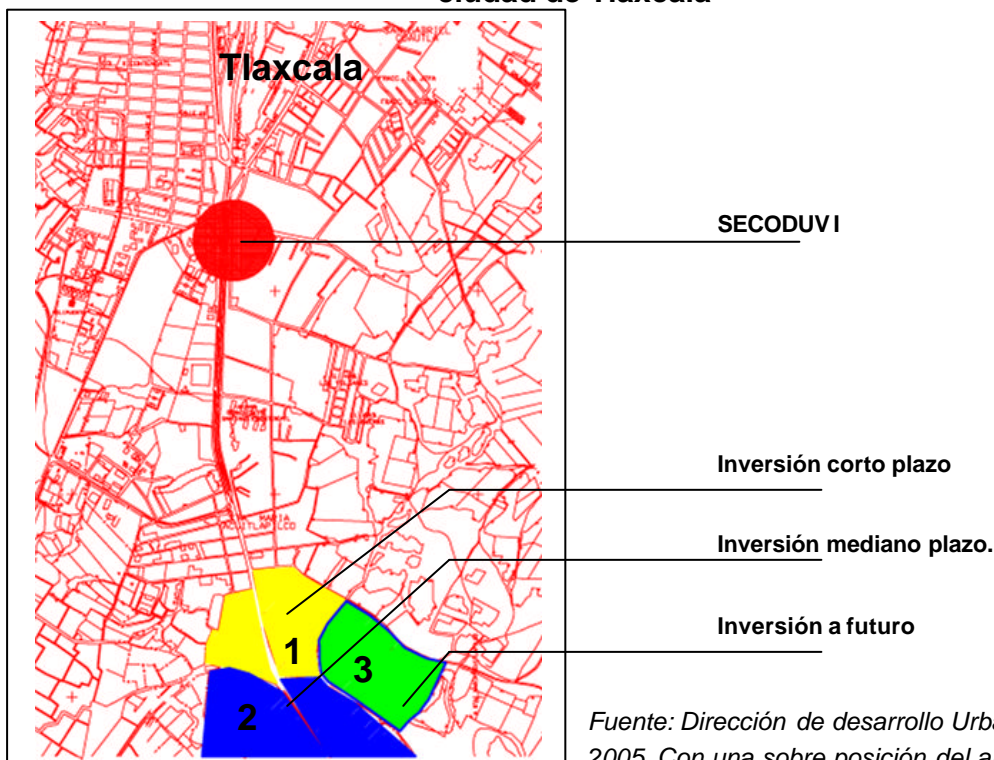
Tabla 27. Parámetros de inversión en Tlaxcala.

Año	Habitantes	Hab/proy	Has	Inversión \$
2005	80044	0	0	0
2010	84790	4746	29	42331300
2015	89274	9230	56	81743200
2020	93445	13401	81	118235700

Fuente: Tabla elaborada por Arq. Luis Montiel a partir de los datos poblacionales del Consejo Nacional de Población (CONAPO) proyecciones poblacionales. Año 2005.

En donde la inversión a corto plazo para el año 2010 será de 42 millones de pesos, para el 2015 39 millones y finalmente en el futuro 36 millones, esta cantidad la podemos ver que va disminuyendo ya que la inversión se tendrá que realizar gradualmente, para no generar un costo puntual en donde se requiera toda la suma de 118 millones de pesos.

Plano 11. Propuesta de desarrollo urbano de corto, mediano y largo plazo de la ciudad de Tlaxcala



Fuente: Dirección de desarrollo Urbano de Tlaxcal. año 2005. Con una sobre posición del arq. Luis Montiel.

Inversión en el Municipio de Chiautempan

El municipio de Chiautempan se localiza en un área topográficamente regular, ya que no se encuentran grandes pendientes o cañadas que impidan el desarrollo urbano. Es por ello que la inversión para el desarrollo urbano en la zona será de una forma gradual con las mismas características de la partida para la ciudad de Tlaxcala.

Tabla 25. Importe estimado por partida.		
Partida	%	\$/M ²
Terracerías	15.55	22.7
Pavimentos y Banquetas	18.15	26.49
Agua potable	3.9	5.7
Alcantarillado sanitario	6.91	10.09
Drenaje Pluvial	3.42	4.99
Electrificación y alumbrado	18.8	27.45
Telefonía	4.55	6.64
Jardinado y equipamiento	7.43	10.84
Condiciones generales	21.26	31.03
Total	100	145.97
Nota: Estos precios incluyen indirectos y utilidad de contratistas de 24% y un estimado de costos de proyecto y licencias los cuales pueden variar +/- 5%.		

Fuente: Autor VARELA Leopoldo, *Costos por metro cuadrado de construcción*, BIMSA Construction Market Data Group. México 1999.

La población según proyección de CONAPO en el municipio de Chiautempan en el 2005 es de 58950 habitantes para el 2020 se tendrá 78053 por lo cual se requerirá de una zona que pueda recibir un total de 19103 habitantes. En donde:

1ha-----103 habitantes
 X -----19,103 habitantes

Resultado 185.4 has.

Con este dato obtenido se obtendrá el monto de la partida.

1m²-----\$145.97
 1,854,000m²----- \$
 Resultado \$270,628.380 pesos

Esta inversión la deducimos de una forma gradual ya que para urbanizar el área que se requiere se realizará de una forma paulatina, por otro lado uno de los factores importantes en esta zona es el de considerar que posiblemente se densifique la parte norte del municipio ya que mantiene una fuerte relación económica con el municipio de Apizaco en donde suponemos un aumento de densidad neta de población en esta zona, sin embargo la estimación antes mencionada la concebimos en el área total que se requiere.

La siguiente imagen nos indica el comportamiento de la densidad de población respecto al monto de inversión en las diferentes décadas de investigación.

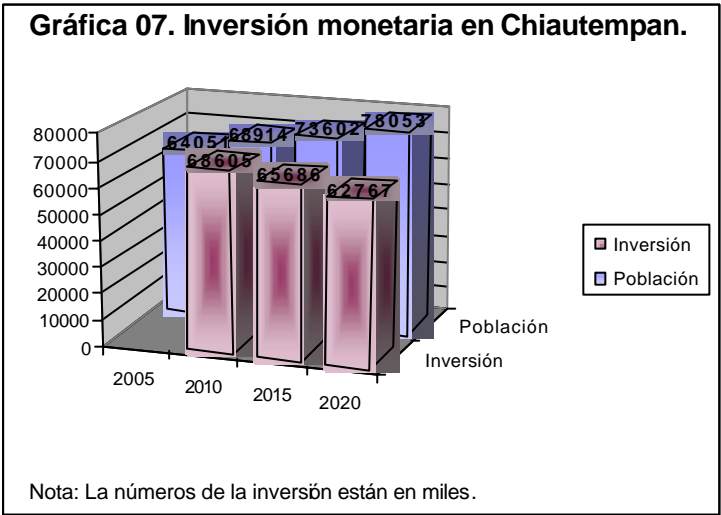


Tabla 29. Parámetros de inversión en Chiautempan.

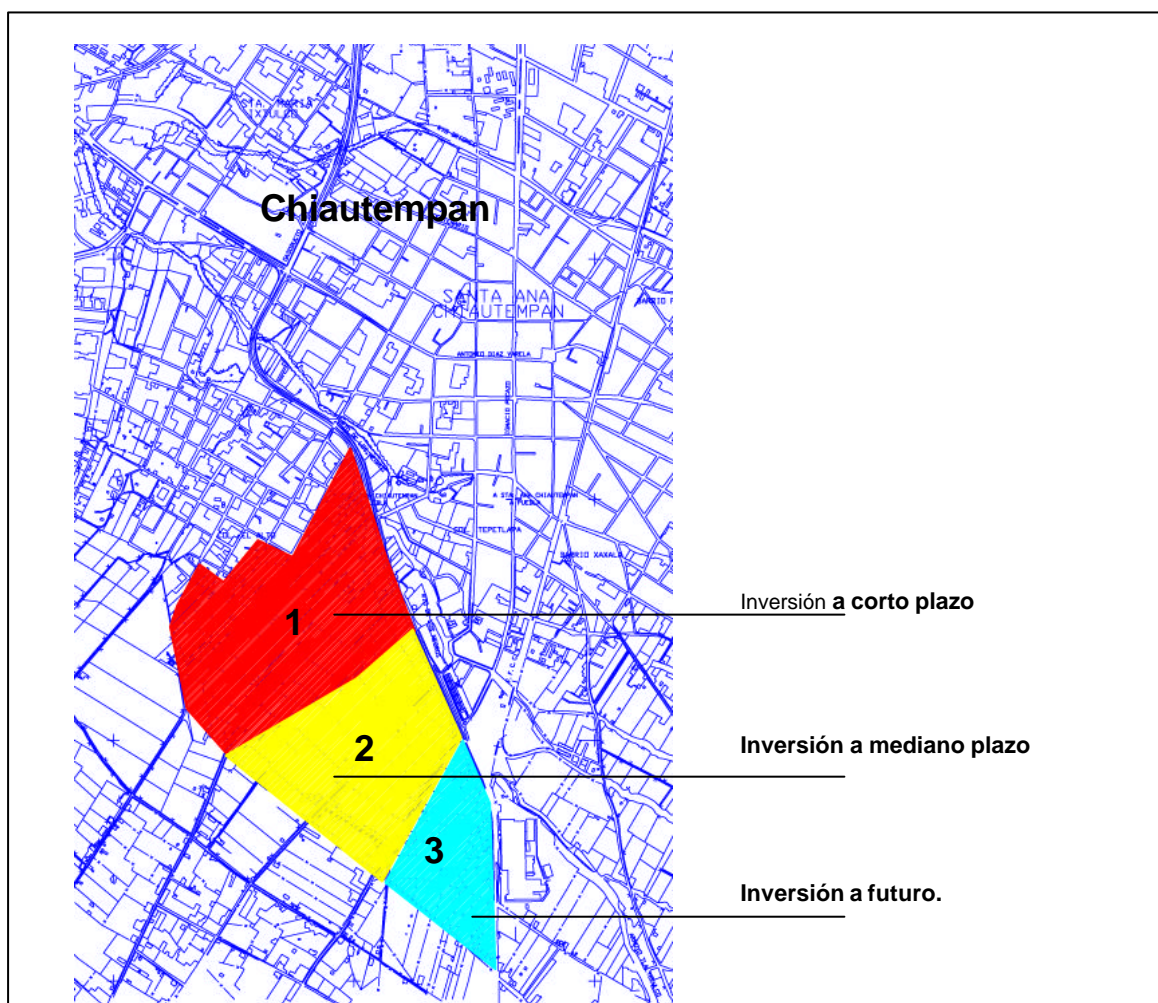
Año	Habitantes	Hab/proy	Has	Inversión \$
2005	64051	0	0	0
2010	68914	4863	47	68,605,900
2015	73602	9551	92	134,292,400
2020	78053	14002	135	197,059,500

Fuente: Tabla elaborad por Arq. Luis Montiel a partir de los datos poblacionales del Consejo Nacional de Población (CONAPO) provecciones poblacionales. Año 2005.

Como se puede observar el total de la inversión para el año 2020 es de \$270,628.380 millones de pesos, pero considerando la inversión en forma gradual sería de la siguiente manera, a corto plazo la inversión que se realizará con base a la demanda es de \$68,605,900 millones de pesos a mediano plazo de \$65,686,500 millones de pesos y a futuro 62,767,100 millones de pesos

Con estos datos obtenidos deducimos que la forma de ir urbanizando en la zona será entres etapas la siguiente imagen refuerza dicha información basada en la teoría de umbrales.

Plano 12. Propuesta de desarrollo urbano ha corto, mediano y largo plazo en el municipio de Chiautempan.



Fuente: Dirección de desarrollo Urbano de Tlaxcala. año 2005. Con una sobre posición del arq. Luis Montiel.

Inversión en el Municipio de Zacatelco.

En el municipio de Zacatelco se detecto un déficit en las redes de agua potable y alcantarillado, en donde se requerirá de nuevas fuentes de abastecimiento en la zona, requiriendo el uso de maquinaria sofisticada para la extracción del líquido, por otro lado para la red de alcantarillado se detecto la falta de una planta tratadora de aguas residuales.

Sin embargo el municipio por ser un área industria en donde estratégicamente hay inversión por tener varios factores que benefician el comercio, entre éstos la cercanía con el estado de Puebla con su buena comunicación terrestre que facilitan el transado de mercancía y personas. Detona en la zona un alza en la demografía, teniendo como resultado la demanda deservicios públicos básicos en el futuro.

Con base en los resultados obtenidos en la investigación sobre la operación de los servicio de agua potable y alcantarillado bajo la teoría de umbrales, se considera pertinente invertir de forma puntual en esta primera etapa de ingreso del servicio, en donde se tendrá que solucionar el déficit detectado. Por otro lado se requerirá del nuevo planteamiento sobre las zonas con posibilidad de recibir a los nuevos asentamientos humanos en el futuro. El cual se representa en los siguientes datos.

Como primer instancia y siguiendo la misma metodología de cálculo se tomarán los mismos valores representados anteriormente ya que se tomará el mismo rango de la proyección, primero la mancha urbana de Zacatelco esta asentada en una zona topográficamente regular, por lo que no contiene grandes pendientes o cañadas que determinen el crecimiento urbano y segundo su densidad poblacional se asemeja con los otros dos municipios obteniendo en un 10% más de población.

La población actual del Municipio es de 32652 habitantes, realizando la proyección en base a los datos obtenidos por CONAPO el municipio para el año del 2020 tendrá una población de 40,449 habitantes, por lo cual se tendrá un decrecimiento total de

7,797 habitantes los cuales requerirán de los servicios básicos públicos así como de un área que pueda dotar estos. A continuación se realizan los cálculos.

$$\begin{array}{l} 1\text{ha}-----40.7 \text{ habitantes} \\ X \quad -----7797 \text{ habitantes} \end{array}$$

Resultado 191.5 has.

Con este dato obtenido se obtendrá el monto de la partida.

$$\begin{array}{l} 1\text{m}^2-----\$145.97 \\ 1,915,000\text{m}^2----- \$ \end{array}$$

Resultado \$279,532.550 pesos.

Estos datos obtenidos son un primer escenario para el cálculo de inversión en el desarrollo urbano, considerando la misma densidad neta de población. Un segundo escenario es que se densifique las zonas ya urbanizadas teniendo un mayor rango en la densidad neta de población el cual nos daría como resultado el urbanizar menos hectáreas para recibir a estos asentamientos humanos. Sin embargo esta sería otra línea de investigación dado que el acotamiento de la investigación nos delimita su elaboración dejando nuevas líneas de investigación en el futuro .

Bien, como ya se había escrito anteriormente el cálculo que se realizó es en base al primer escenario, considerando que la urbe tendrá los parámetros con los que hoy cuenta par poder ingresar la infraestructura en déficit. A continuación se presentan las dos tablas (30 y 31) en donde se observa que la población es menor que la inversión que se requiere esto es por que el gran déficit que hay en las redes propiciando un alto costo en la inversión y si además se une la proyección futura en el 2020 es aún mayor el monto de la inversión.

Por otro lado la baja densidad por hectárea que registró en la zona en investigación, se deduce por el uso de suelo predominando el industrial y comercial, en donde el uso de suelo habitacional es menor.

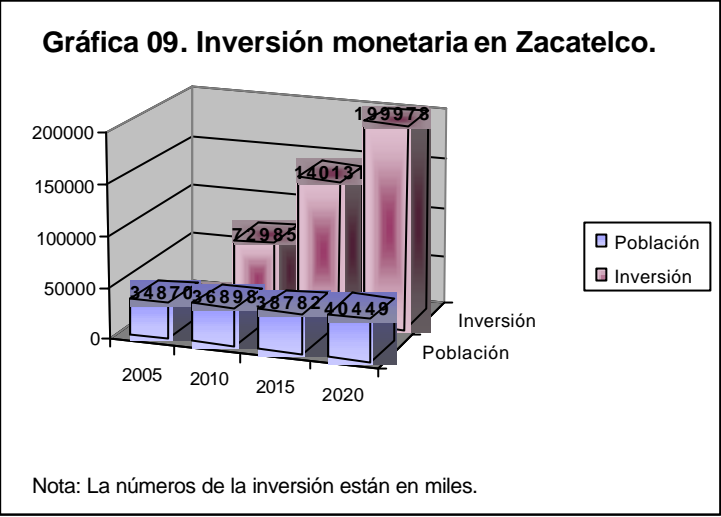


Tabla 31. Parámetros de inversión en Zacatelco

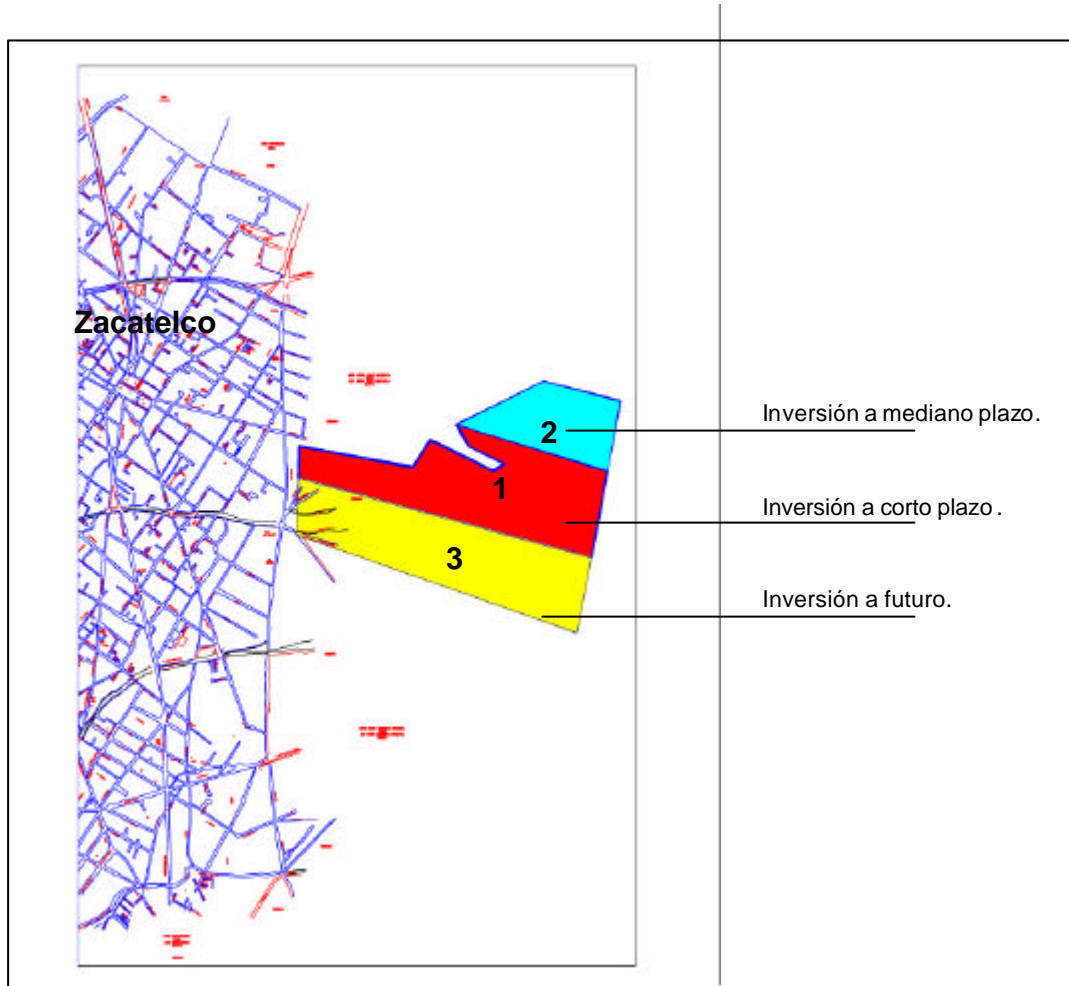
Año	Habitantes	Hab/proy	Has	Inversión \$
2005	34870	0	0	0
2010	36898	2028	50	72,985,000
2015	38782	3912	96	140,131,200
2020	40449	5579	137	199,978,900

Fuente: Tabla elaborad por Arq. Luis Montiel a partir de los datos poblacionales del Consejo Nacional de Población (CONAPO) proyecciones poblacionales . Año 2005.

Por ello podemos observar esta gran discrepancia entre los valores de población contra la inversión en la tabla 31, en donde nuevamente reitero que se refleja hasta cierto punto una uniformidad en la densidad poblacional pero la inversión es muy variable ya que se dspara. Sin embargo ante este escenario y bajo la propuesta basada en una inversión contemplada en la teoría de umbrales en donde propone una inversión gradual para este tipo de situación, diseñada para las décadas venideras requiriendo esta inversión de forma gradual.

Finalmente, en el plano 14 en la página 151 proponemos las áreas designadas con posibilidad de recibir a los nuevos asentamientos humanos en tres diferentes etapas, ha corto, mediano y futuro plazo, esto es con el fin de mantener un orden en el uso de suelo así como detectar las zonas que no requieren de una infraestructura alterna para poder operar correctamente.

Plano 13. Propuesta de desarrollo urbano ha corto, mediano y largo plazo del municipio de Zacatelco.



Fuente: Dirección de desarrollo Urbano de Tlaxcala. año 2005. Con una sobre posición del arq. Luis Montiel.

Glosario.**Umbral.**

Técnicas para la optimización del crecimiento urbano, donde se contempla la mediación del coste-beneficio

Infraestructura.

Obras subterráneas de una construcción. Parte inferior de la estructura, sobre la que descansa la estructura superior o superestructura. Es la parte de la estructura que queda enterrada.

Red de agua potable.

Red de distribución de agua al usuario, ya sea mediante hidrantes de toma pública o unidad de agua, en forma más completa, a base de toma domiciliaria.

Línea de alimentación.

Las líneas de alimentación es una tubería que suministra agua directamente a la red de distribución y que, partiendo de una fuente de abastecimiento, de un tanque de regularización o del punto que convergen una línea de conducción una tubería que aporta agua de un tanque de regularización, termina en el punto que se hace la primera derivación.

Aglomeración urbana:

Son ciudades que presentan un proceso de expansión urbana hacia municipios contiguos en una misma entidad federativa.

Asentamiento humano.

Es el establecimiento de una conglomeración demográfica, con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada.

Centro histórico.

Núcleo urbano de atracción social, económica, política y cultural que se caracteriza por contener los bienes vinculados con la historia de la nación a partir de la cultura hispánica, y de conformidad en los términos de la declaración respectiva o por determinación de la ley.

Crecimiento urbano.

El fenómeno de expansión física de los centros de población.

Desarrollo.

Proceso de interacción del hombre sobre su hábitat a través de la aplicación de los recursos humanos, materiales y financieros, que tienen como característica la satisfacción de las necesidades humanas y el mejoramiento de la calidad de vida.

Desarrollo regional.

Proceso de crecimiento social y económico de determinadas unidades geográficas para garantizar la funcionalidad rural urbana y el mejoramiento de la calidad de vida de la población, la preservación del medio ambiente y la conservación y reproducción de los recursos naturales.

Desarrollo urbano.

La adecuación orientación ordenada y planificada del proceso de urbanización y ocupación del espacio urbano en sus aspectos físicos, económicos y sociales, que implican la transformación espacial y demográfica. Proceso que tiende al mejoramiento de la calidad de vida de la población, la conservación del medio ambiente y el mantenimiento de las ciudades en condiciones de funcionalidad.

Equipamiento urbano.

Conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizando para prestar a la población de los servicios humanos y desarrollar las actividades económicas.

Hábitat.

Espacio concebido como medio de vida o bien el encuentro del recurso humano con territorio. Categoría fundamental y unificadora de las disciplinas que se ocupan de la modificación y organización del espacio y de su valoración y uso en el tiempo con el fin de hacerlo habitable al hombre, entendiendo a éste como parte de un modelo social en un momento histórico y en un determinado territorio.

Infraestructura urbana.

Sistemas y redes de organización y distribución de bienes y servicios en los centros de población. (Fracción XII del artículo 2º de la ley general de asentamientos humanos.

Metrópoli.

Ciudad predominante de un sistema urbano que ejerce determinada influencia en el desarrollo económico, social y político de una región, estado o país.

Metropolización: La dinámica espacial generada por los cambios producidos por el modo de la producción que implica la asociación tendencial o inducida de las redes de ciudades o aglomeraciones urbanas constituyendo un conglomerado urbano con características comunes: económicas, sociales, funcionales y productivas, que definen flujos de bienes, personas y recursos financieros.

Planes o programas de desarrollo urbano.

Instrumento de planeación que establece el marco de actuación institucional, en un determinado periodo, para adecuar y orientar el proceso de urbanización de los centros de población de conformidad con las disposiciones jurídicas de competencia.

Servicios urbanos.

Actividades operativas públicas prestadas directamente por la autoridad competente o concesionadas para satisfacer las necesidades colectivas en los centros de población. (Fracción XVIII del artículo 2° de la Ley General de Asentamientos Humanos.)

Urbanización.

Dinámica espacial del suelo caracterizada por la transformación del suelo rural urbano. Las funciones subdivisiones y fraccionamientos de áreas y predios. Los cambios en la utilización y en el régimen de propiedad de predios y fincas. La rehabilitación de fincas y zonas urbanas; así como las actividades encaminadas a proporcionar en un área de crecimiento la introducción o mejoramiento de las redes de infraestructura y el desarrollo del equipamiento urbano.

Zonas metropolitanas.

Áreas urbanas que presentan procesos diferenciados de metropolización entre ciudades fronterizas o entre ciudades de dos a más entidades federativas, así como aquellas grandes ciudades que tienen más de un millón de habitantes.